3 1761 09129493 4

OLD CLASS

Agric H

GERSTM

Hansen, J Versuche über die Wirkung des Düngens und Eggens der Wiesen. 309-341 p Berlin, Parey, c1892.

AND

Neumann, J. Tierphysiologische Untersuchungen, 343-380 p. Berlin, Parey, 1893

[illegible]

Dieser Band enthält:

1) J. Hansen: Versuche über die Wirkung des Düngens und Eggens der Wiesen. Berlin 1892.

2) J. Neumann: Tierphysiologische Untersuchungen. Berlin 1893.

Vierzigster Band. Sonderabdruck.

Hansen

Journal

für

Landwirtschaft.

Im Auftrage der Kgl. Landw.-Gesellschaft zu Hannover

herausgegeben unter Beteiligung

der landwirtschaftlichen Institute Deutscher Hochschulen.

Unter Mitwirkung von

Dr. J. Esser,
Prof., Direktor
des Tierarznei-Instituts

Dr. F. Lehmann,
Prof., Direktor
der tierchem. Versuchsstation

Dr. B. Tollens,
Prof., Direktor
des agrik. Laboratoriums

zu Göttingen

redigiert von

Dr. G. Liebscher,
o. ö. Professor, Direktor des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Göttingen.

8769
28/5/08

BERLIN.
VERLAG VON PAUL PAREY.
Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., 10 Hedemannstrasse.
1892.

Versuche über die Wirkung des Düngens und Eggens der Wiesen.

Von

Dr. J. HANSEN, Zwätzen bei Jena.

Angeregt durch die günstigen Resultate, welche man bei vielen Versuchen durch eine Düngung der Wiesen, namentlich mit Thomasschlacke und Kainit, erzielt hat, habe ich in den letzten 3 Jahren auf den Wiesen der hiesigen Grossherzoglichen Karl Friedrich-Ackerbauschule ebenfalls die Wirkung einer Düngung mit den genannten beiden Düngemitteln festzustellen gesucht. Ausserdem sind noch Chilisalpeter und Jauche mit in den Versuch aufgenommen worden. Die Versuche hatten sich weiter auch auf die Wirksamkeit des Eggens der Wiesen zu erstrecken. Das letztere wird allgemein für eine sehr vorteilhafte Massregel gehalten, ohne dass man imstande wäre, zahlenmässig diese Ansicht zu belegen. Ein kurzer Bericht über diese Versuche mag hier folgen.

Die Versuchswiese besteht aus einem kalkreichen, milden Lehmboden und ist im Saalthale belegen. Gelegentliche Überflutungen des Saaleflusses führen ihr einige Nährstoffe zu, doch ist diese Düngung keine bedeutende. An und für sich ist die Wiese, wie der Ertrag der ungedüngten Parzellen zeigt, nicht unfruchtbar. Der Versuch war so angelegt, dass er aus 2 Reihen neben einander gelegener Parzellen bestand. Jede Reihe enthielt 7 Parzellen von (10 . 10 m) 1 a Grösse. Die Düngung, welche zum erstenmale am 27. März 1890 gegeben wurde, war die folgende:

Parzelle 1 und 8 ungedüngt,
„ 2 „ 9 600 kg Kainit pro ha,
„ 3 „ 10 800 kg 18% Thomasschlacke pro ha,
„ 4 „ 11 800 kg Thomasschlacke + 600 kg Kainit pro ha,
„ 5 „ 12 ungedüngt,
„ 6 „ 13 200 kg Chilisalpeter pro ha,
„ 7 „ 14 200 kg Chilisalpeter + 600 kg Kainit + 800 kg Thomasschlacke pro ha.

Auf die Parzellen von 1 a Grösse mussten deshalb gegeben werden: 6 kg Kainit resp. 8 kg Thomasschlacke resp. 2 kg Chilisalpeter. Das Abwiegen und Ausstreuen des Düngers, ebenso wie auch das Eggen der betr. Parzellen, das Mähen und Wiegen des Heues erfolgte unter meiner persönlichen Aufsicht, so dass ich für die Richtigkeit der einzelnen Massnahmen volle Garantie übernehmen kann.

Von den mit gleicher Düngung versehenen beiden Reihen A (Parzellen 1—7) und B (Parzellen 8—14) wurde letztere unmittelbar nach dem Ausstreuen des Düngers mit einer Laacke'schen Wiesenegge geeggt, während die Reihe A ungeeggt blieb. Durch ein Versehen bei dem 1. Schnitt wurde erstere Reihe vorzeitig abgemäht, so dass dieselbe einen Vergleich nicht zulässt, beim 2. Schnitt wurde der Ertrag allerdings auch von dieser Reihe festgestellt, doch soll hierauf nicht weiter eingegangen werden. Für das Jahr 1890 stehen demnach nur die Ertragsergebnisse der Parzellen 1—7 zur Verfügung.

Die Witterung war der Vegetation im allgemeinen günstig und eine Wirkung der Düngung war sowohl beim 1. wie auch beim 2. Schnitt schon mit dem Auge deutlich wahrnehmbar. Ein bedeutender Unterschied zeigte sich aber zwischen den Parzellen, welche Kali und Phosphorsäure oder auch beide zusammen erhielten und zwischen denjenigen, welche mit Chilisalpeter gedüngt worden waren. Wie allgemein beobachtet worden ist, so stellte sich auch im vorliegenden Falle auf den mit Thomasschlacke und Kainit gedüngten Parzellen eine üppige Vegetation von Wicken- und Kleearten ein. Namentlich beim 2. Schnitt war dies der Fall, was der Anwendung des Düngers im Frühjahr entspricht. Ein ähnliches Bild zeigten die mit Thomasschlacke allein und in noch schwächerem Grade die Parzellen, welche nur mit Kainit gedüngt worden waren. Anders die Chilisalpeterparzellen. Auf diesen waren keine Leguminosen vorhanden, dagegen zeigten beim 1. Schnitt die Gräser ein

ungemein üppiges Wachstum, während beim 2. Schnitt sich die Wirkung des Chilisalpeters erschöpft hatte. Der Ertrag war jetzt nicht höher wie auf ungedüngt. Auf den mit Chilisalpeter, Thomasschlacke und Kainit gleichzeitig gedüngten Parzellen war beim 1. Schnitt ebenfalls ein üppiges Wachstum der Gräser zu verzeichnen. Beim 2. Schnitt war dies nicht mehr der Fall, dagegen hatten jetzt Thomasschlacke und Kainit Leguminosen zur Entwickelung gebracht, jedoch waren die letzteren nicht so stark entwickelt, wie auf den mit Thomasschlacke und Kainit allein (unter Ausschluss von Chilisalpeter) gedüngten Parzellen.

Der 1. Schnitt erfolgte am 21. Juni, der 2. Schnitt am 10. September 1890. In beiden Fällen wurden die einzelnen Parzellen während des Trocknens sorgfältig auseinander gehalten. Nach dem völligen Austrocknen wurde der Ertrag jeder Parzelle direkt auf der Wiese auf einer Decimalwage gewogen. Die Tragfläche der Wage war durch ein untergelegtes Brett vergrössert. Das Wiegen resp. das Einfahren erfolgte am 26. Juni beim 1. und am 16. September beim 2. Schnitt. Die Ertragsziffern sind in der unten folgenden Tabelle I verzeichnet.

Für den Landwirt genügt es indessen nicht, zu wissen dass eine Düngung gewirkt hat, sondern für ihn ist in allen Fällen der Vergleich des Mehrertrages mit dem durch denselben verursachten Kostenaufwande massgebend. Erst wenn der Wert der Ertragssteigerung grösser ist, wie derjenige des Düngers, ist eine Zufuhr von Dünger rentabel. Aus diesen Erwägungen sind in der untenstehenden Tabelle I gleich die entsprechenden Wertsangaben mit eingetragen worden. Für 100 kg Thomasschlacke und Kainit musste hier 1890 je 5.00 M. bezahlt werden, während 100 kg Chilisalpeter 18 M. 60 Pf. kosteten, und 100 kg Heu mit 6.00 M. in Rechnung gesetzt sind. Alle Angaben beziehen sich auf ha. Für die einzelnen Parzellen ergeben sich die wirklich erzielten Erträge durch Division mit 100.

(Siehe Tabelle I S. 312.)

Die ziffermässigen Ergebnisse bestätigen mithin durchaus den Eindruck, welchen eine einfache Betrachtung der Parzellen vor der Ernte gemacht hatte. Eine Erhöhung des Ertrages ist allenthalben durch die Düngung hervorgerufen. Am geringsten war die Wirkung von Kainit, was auch durch die Parzelle, welche Thomasschlacke und Kainit zusammen erhielt, bestätigt

wird. Auf dieser Parzelle ist der Ertrag nicht höher, wie auf der mit Thomasschlacke allein gedüngten Abteilung. Chilisalpeter allein hat den Ertrag um 16.67 % gesteigert, gegenüber 19.12 % durch Thomasschlacke, und die Parzelle, welche sowohl mit Stickstoff wie auch Phosphorsäure und Kali gedüngt wurde, hat die höchste Ertragssteigerung von 30.39 % aufzuweisen. Die Wirkung der Mineraldüngung würde, wie die Folgejahre beweisen, eine bedeutend grössere geworden sein, wenn die Düngung im Herbst ausgeführt worden wäre, allein ich fürchtete, dass eine Überschwemmung seitens der Saale vielleicht den Erfolg der Düngung vereiteln könnte.

Tabelle I.

Düngung	Ertrag				Ertragssteigerung gegen ungedüngt			Kosten der Düngung	Gewinn (+) oder Verlust (−)
	Heu	Grummet	zusammen	Gesamtwert	ungedüngt = 100		Wert		
	kg	kg	kg	M.		kg	M.	M.	M.
Ungedüngt (Mittel aus 2 Parzellen)	2900	2200	5100	306.00	100.00	—	—	—	—
Kainit	2950	2375	5325	319.50	104.41	225	13.50	30.00	−16.50
Thomasschlacke . .	3375	2700	6075	364.50	119.12	975	58.50	40.00	+18.50
„ + Kainit	3425	2650	6075	364.50	119.12	975	58.50	70.00	−11.50
Chilisalpeter . . .	3775	2175	5950	357.00	116.67	850	51.00	37.20	+13.80
„ + Thomasschlacke + Kainit	4075	2575	6650	399.00	130.39	1550	93.00	107.20	−14.20

Ein bedeutender pekuniärer Erfolg ist aus dem obigen Grunde nirgends eingetreten. Die Kainitparzelle wie auch die Parzelle mit allen 3 Düngemitteln und die mit Thomasschlacke und Kainit gedüngte Abteilung brachten sogar einen Verlust, einen Gewinn nur die Thomasschlackendüngung und die Düngung mit Chilisalpeter. Allerdings würde ein etwas grösserer Gewinn erzielt worden sein, wenn der Kainit zu einem angemesseneren Preise, etwa 3 M. für 100 kg, wie in den beiden Folgejahren erhältlich gewesen wäre. In diesem Falle hätte die Kainitdüngung einen Verlust von nur 4 M. 50 Pf. und die Kainit- und Thomasschlackendüngung den allerdings unbedeutenden Gewinn von 0.50 M. gebracht, während auf der Parzelle mit allen 3 Nährstoffen ein Gewinn von 5 M. 80 Pf. erzielt worden wäre.

Jedenfalls zeigte sich so viel aus den Versuchen des Jahres 1890, dass die Düngung mit Kainit und Thomasschlacke auch für die Versuchswiese empfehlenswert sei. Es liess sich mit Sicherheit annehmen, dass im nächsten Jahre, nach nochmaliger Ausführung der Düngung und unter Nachwirkung der Düngung des Vorjahres ein viel grösserer Erfolg eintreten würde. Diese Vermutung haben die Thatsachen, wie weiter unten ersichtlich, denn auch bestätigt. Die Düngung mit Phosphorsäure und Kali war um so aussichtsvoller, als sie eine bedeutende qualitative Verbesserung des Futters, welche sich zahlenmässig sehr schwer ausdrücken lässt und in der obigen Rentabilitätsrechnung nicht berücksichtigt werden konnte, herbeigeführt, was von der Düngung mit Chilisalpeter nicht in dem Masse behauptet werden kann. Diese letztere Düngung erfordert bedeutende Kosten; sie muss, wenn man in jedem Schnitt Erfolg haben will, sowohl beim Heu wie beim Grummet angewandt werden, und hierzu stehen die Erfolge denn doch kaum im Verhältnis. Ausserdem kann man ja durch die nach einer Düngung mit Kali und Phosphorsäure sich üppig entwickelnde Leguminosenvegetation den Stickstoff, indirekt auch für die Gräser der Wiesenflora, kostenlos aus dem unerschöpflichen Magazin der atmosphärischen Luft schöpfen. Aus diesem Grunde ist von einer Düngung der Wiesen mit Chilisalpeter als zu kostspielig abzuraten. Die Versuche mit dieser Düngung sind nicht weiter fortgesetzt worden.

Von dem Ernteresultate der geeggten Reihe mag hier nur bemerkt werden, dass die Zahlenergebnisse der Grummeternte durchaus den oben angeführten entsprachen. Im übrigen soll auf die Wiedergabe verzichtet werden, da, wie oben erwähnt, der erste Schnitt nicht gewogen werden konnte.

Im Jahre 1891 wurden die Versuche auf denselben Parzellen fortgesetzt. Die Düngung der Parzellen 1 bis 5 und 8 bis 12 blieb genau die weiter oben beschriebene, während 6 und 13, welche im vorigen Jahre Chilisalpeter erhalten hatten, je mit 800 kg Thomasschlacke und 7 und 14 nur mit 800 kg Thomasschlacke und 600 kg Kainit pro ha — unter Ausschluss von Chilisalpeter — gedüngt wurden. Auf diese Weise konnten 6 und 13 als Kontrolparzellen für 3 und 10 und die Parzellen 7 und 14 als solche für 4 und 11 angesehen werden.

Die Düngung wurde wieder mit Rücksicht auf das Hochwasser der Saale — die Wiese war im Anfange des Winters

(24 Novbr.) längere Zeit in bedeutendem Masse überschwemmt — erst im Frühjahr angewendet und zwar am 25. März. Reihe B (Parzelle 8—14) wurde dann am 25. April geeggt, da das Eggen sich zu grosser Feuchtigkeit wegen nicht früher ausführen liess. Die Vegetation war damals kaum im Erwachen, weil man ein ungewöhnlich spätes Frühjahr zu verzeichnen hatte. Auf der Reihe A (Parzellen 1—7) wurden an demselben Tage die Maulwurfshaufen mit der Hand ausgestreut.

Die grossen Niederschlagsmengen des Sommers 1891 begünstigten das Wachstum der Wiesenpflanzen. Während der ganzen Vegetationszeit war ein bedeutender Unterschied in dem Pflanzenbestande der einzelnen Parzellen vorhanden. Am schwächsten waren die ungedüngten Parzellen entwickelt, dann folgten die Kainitparzellen, hiernach die Parzellen mit Thomasschlacke und darauf die mit Thomasschlacke und Kainit gedüngten, welche sich am besten entwickelt zeigten. Die Grenze zwischen ungedüngt einerseits und der Parzelle mit Thomasschlacke und Kainit hob sich, schon aus der Ferne sichtbar, haarscharf ab. Thomasschlacke und Kainit hatte eine ungemein üppige Vegetation von Leguminosen, namentlich Rotklee (Trifolium pratense), Zaunwicke (Vicia sepium) und Platterbsen (Lathyrus pratensis) hervorgerufen. Die Pflanzen waren viel länger und bedeutend dichter wie auf den ungedüngten Parzellen, die Farbe eine weit dunklere. In ähnlicher Weise zeigte sich dies auf den Parzellen, die mit Thomasschlacke allein gedüngt waren, doch war hier die Wirkung nicht ganz so gross und noch etwas schwächer, qualitativ aber gleich, auf den nur mit Kainit gedüngten Parzellen. Eine Ausnahme machten hiervon nur die beiden Parzellen, welche im vorigen Jahre Chilisalpeter und in diesem Jahre Thomasschlacke erhielten. Während auf allen anderen Parzellen die Leguminosenvegetation in beiden Schnitten eine sehr üppige war, war auf den in Rede stehenden Parzellen nur beim 2. Schnitt eine noch dazu nicht besonders reichliche Entwickelung dieser Pflanzen wahrzunehmen. Auch der Ertrag war nur beim 2. Schnitt grösser wie ungedüngt, beim 1. Schnitt sogar kleiner wie dieser. Die Erklärung für diese Thatsache liegt ziemlich einfach darin, dass der Chilisalpeter alle Nährstoffe, welche irgend wie zur Verfügung standen, löslich gemacht und in die Pflanzen übergeführt hat und dass hierfür die alleinige Düngung mit Thomasschlacke nicht genügenden Ersatz bot. Namentlich hatte sich diese Parzelle wegen der vor-

jährigen Chilisalpeter-Düngung und weil die Thomasschlacke erst im Frühjahr gegeben wurde, auch keine Leguminosen verschaffen können, so dass hier ein weiterer Grund für den geringen Ertrag zu suchen ist. Dass diese Ansicht richtig ist, geht aus dem normalen Ertrag der Nachbarparzelle, welche im vorigen Jahre neben Chilisalpeter, Thomasschlacke und Kainit erhielt und daher viele Leguminosen zeigte, hervor. Ein weiterer Beweis ist der völlig mit den anderen Parzellen mit entsprechender Düngung übereinstimmende Ertrag des 2. Schnittes 1891, sowie derjenige beider Schnitte im Jahre 1892. Für die weiter unten folgende Rentabilitätsberechnung müssen die Parzellen als abnorm daher ausgeschieden werden.

Zwischen der geeggten und nicht geeggten Reihe zeigte sich insofern bei beiden Schnitten ein wichtiger und auffallender Unterschied, als auf der nicht geeggten Reihe A (Parzellen 1—7) ein viel üppigeres Wachstum der Wicken und Kleearten vorhanden war. Die geeggte Reihe B (Parzellen 8—14) zeigte dagegen viel weniger Leguminosen und auch ihr Ertrag schien ein etwas geringerer zu sein, wenn auch die blosse Betrachtung über die letztere Thatsache nicht alle Zweifel ausschloss.

Das Mähen des ersten Schnittes erfolgte am 24. Juni; der Ertrag wurde, völlig dürr, direkt auf der Wiese gewogen und eingefahren am 26. Juni. Das Grummet wurde am 4. September gemäht, gewogen und eingefahren am 7. September 1891. Der Erfolg ist in Tabelle II zusammengestellt.

Tabellle II.

Düngung	Reihe A, nicht geeggt				Reihe B, geeggt			
	No. der Parzelle	Ertrag			No. der Parzelle	Ertrag		
		Heu kg	Grummet kg	zusammen kg		Heu kg	Grummet kg	zusammen kg
Ungedüngt	1	22.5	23.5	46.0	8	27.0	22.5	49.5
Kainit	2	33.0	33.75	66.75	9	30.5	26.0	56.5
Thomasschlacke . . .	3	38.5	33.25	71.75	10	36.50	29.60	66.0
„ + Kainit	4	41.5	36.00	77.5	11	40.00	34.00	74.00
Ungedüngt	5	30.5	28.50	59.00	12	30.5	27.50	58.00
Thomasschlacke . . .	6	27.5	31.00	58.50	13	28.00	29.00	57.00
„ + Kainit	7	40.00	36.50	76.50	14	32.00	29.00	61.00
Zusammen	—	233.50	222.50	456.00	—	224.50	197.50	422.00

Aus dieser Tabelle ergiebt sich zunächst eine bedeutende Wirkung der Düngung, welche die des Vorjahres erheblich übersteigt. Weiter geht aus der obigen Zusammenstellung die auffällige Thatsache hervor, dass der Ertrag auf der geeggten Abteilung B kleiner ist, wie auf der nichtgeeggten Reihe A. Mit dieser letzteren Erscheinung werde ich mich weiter unten im Zusammenhang mit den Versuchsergebnissen des Jahres 1892, welche, wie gleich gesagt sein mag, die schon hier beobachtete nachteilige Wirkung des Eggens bestätigen, zu beschäftigen haben. Wegen der Verschiedenheit der Erträge der geeggten und nicht geeggten Reihe kann hier zunächst nur die letztere, also die reine Wirkung der Düngung eingehender betrachtet werden.

Es mag zunächst eine Rentabilitätsberechnung der Düngung im Jahre 1891 folgen. 100 kg Thomasschlacke (18 %) kosteten damals 5 M. 10 Pf., 100 kg Kainit 3 M. 10 Pf., 100 kg Heu sind wieder mit dem sicherlich nicht zu hohen Preise von 6 M. zum Ansatz gebracht. Parzelle 6 scheidet dabei aus den früher erörterten Gründen aus.

Der Ertrag ist in der untenstehenden Tabelle III, der besseren Übersicht halber, pro Hektar angenommen, d. h. die Erträge der einzelnen Parzellen sind mit 100 multipliziert. Ebenso sind die Kosten, der Mehrertrag und der Gewinn pro ha berechnet. Es ergiebt sich unter den obigen Voraussetzungen folgendes Bild (Tabelle III):

Tabelle III.

Düngung	Mittel der Parz.	Ertrag				Ertragssteigerung gegen ungedüngt			Kosten der Düngung	Gewinn (+) oder Verlust (−)
		Heu	Grummet	zusammen	Gesamtwert	ungedüngt = 100		Wert		
		kg	kg	kg	M.		kg	M.	M.	M.
Ungedüngt . . .	—	2650	2600	5250	315.00	100.00	—	—	—	—
Kainit	2	3300	3375	6675	400.50	127.14	1425	85.50	18.60	+66.90
Thomasschlacke . .	3	3850	3325	7175	430.50	136.67	1925	115.50	40.80	+74.70
„ + Kainit	—	4075	3625	7700	462.00	146.70	2450	147.00	59.40	+87.60

Diese Tabelle zeigt noch viel deutlicher wie die vorhergehende einen bedeutenden Erfolg der Düngung mit

Thomasschlacke und Kainit und dieser Erfolg würde noch grösser sein, wenn die qualitative Verbesserung des erzielten Futters sich zahlenmässig zum Ausdruck bringen liesse. 100 kg Heu der gedüngten Wiese hat unbedingt einen höheren Wert wie dasselbe Quantum der ungedüngten Parzellen. Die quantitative Wirkung stellt sich auf 27.14 % durch Kainit allein, auf 36.67 % durch Thomasschlacke allein und auf 46.70 % durch Thomasschlacke und Kainit zusammen. Der Reinertrag zeigt eine ähnliche Skala; er ist am höchsten bei der kombinierten Düngung, bei Thomasschlacke steht er in der Mitte und bei Kainit am niedrigsten, doch beträgt er auch hier immer noch 66 M. 90 Pf. pro ha, eine Summe, welche die Düngung ausserordentlich rentabel erscheinen lässt. Allerdings sind nur die Kosten, welche die Düngemittel verursacht haben, nicht auch die Kosten für Ausstreuen des Düngers und für den grösseren Arbeitsaufwand bei der Ernte mit berechnet worden. Diese Beträge sind indessen nicht so hoch, als dass nicht noch ein sehr erheblicher Reinertrag übrig bliebe. Vielleicht ist es sogar nicht unstatthaft, diese Auslagen als durch die bessere Qualität des Futters eingebracht anzusehen, wodurch dann die obigen Ziffern für den Reinertrag zu Recht bestehen blieben.

Dass die 1891er Düngung, trotzdem dieselbe auch im Frühjahr angewendet wurde, eine so bedeutend günstigere Wirkung gehabt hat wie die gleiche 1890er, erklärt sich daher, dass von der Düngung des Vorjahres noch eine nicht unerhebliche Nachwirkung ausgeübt worden ist, namentlich beim 1. Schnitt, wofür auch der geringe Ertrag der Parzelle 6, welche in 1891 zum 1. Male mit Thomasschlacke gedüngt wurde, als Beweis angesehen werden kann. Es bleibt also auch hier bei der schon von Schultz-Lupitz[1]) mitgeteilten Beobachtung, dass eine Düngung im Frühjahr sich erst beim 2. Schnitt besonders bemerkbar macht. Allerdings gilt dies in erster Linie vom Kainit, wofür auch ein Vergleich der Kainitwirkung von 1891 gegenüber 1890 als Beleg angeführt werden kann.

Die Versuche kamen dann im Jahre 1892 in ganz derselben Weise wie im Vorjahre zur Ausführung. Es erhielten demnach pro ha berechnet:

---

[1]) Maercker, die Kalidüngung etc. Berlin 1892, S. 85.

je 600 kg Kainit die Parzellen 2 und 9,
„ 800 „ Thomasschlacke die Parzellen 3, 10, 6 und 13,
„ 800 „ „ + 600 kg Kainit die Parzellen 4, 11, 7 und 14.
blieben ungedüngt die Parzellen 1, 8, 5 und 12.

Belehrt durch die Wirkungen des Hochwassers im Herbst 1890 wurde jetzt aber das Ausstreuen des Düngers schon im Herbste vorgenommen und zwar wurde die Thomasschlacke am 24., der Kainit am 28. September ausgestreut. Reihe B, mit den Parzellen 8—14, wurde dann wieder geeggt und zwar am 30. September 1891 3 mal und am 16, April 1892 2 mal, während Reihe A, mit den Parzellen 1—7, überhaupt nicht geeggt wurde, jedoch wurden am 16. April auf diesen Parzellen die Maulwurfshaufen mit der Hand ausgestreut.

Die Wirkung der Düngung war genau dieselbe wie im Vorjahre, weshalb auf das dort Gesagte verwiesen werden kann nur war der Unterschied womöglich noch auffälliger wie 1891 Auch die Parzellen 6 und 13 entsprachen vollständig in ihrer Flora den ebenfalls mit Thomasschlacke gedüngten Parzellen 3 und 10, was im Vorjahre wegen der ungleichen Behandlung in 1890 nicht der Fall gewesen war. Man konnte vom Beginne der Vegetation an schon mit dem Auge unterscheiden, ob ungedüngte, Kainit-, Thomasschlacken- oder Thomasschlacken-Kainit-Parzellen vorlagen. Auch zeigte sich dieselbe Erscheinung wie im Vorjahre zwischen geeggt und nicht geeggt. Während auf den letzteren eine ungemein üppige Vegetation von Leguminosen vorhanden war, zeigte sich diese auf den geeggten Parzellen bedeutend weniger zahlreich. Auch lehrte schon das Auge, dass die geeggte Reihe weniger Ertrag geben würde.

Ein bedeutender Ertragsunterschied zwischen 1891 und und 1892 war allerdings zu Gunsten des Vorjahres auf allen Parzellen vorhanden. Während die reichliche Feuchtigkeit des Sommers 1891 eine sehr gute Futterernte ermöglicht hatte, lieferte die enorme Dürre, — seit 1842 ist hier kein so trockener Sommer beobachtet worden — des letzten Jahres einen geringen Futterertrag. Aber auch hier zeigte schon eine oberflächliche Betrachtung und die nachfolgenden Gewichtsangaben bestätigen es, dass die gedüngten Parzellen den ungedüngten gegenüber weit im Vorzug waren. Auch ein Vergleich zwischen der Wiese der Ackerbauschule und den Nachbarwiesen liess diese Thatsache

sofort erkennen. Die unter gleichen Verhältnissen befindlichen benachbarten Bauernwiesen lieferten stellenweise kaum soviel Futter, dass die Sense dasselbe zu fassen vermochte, während die Ackerbauschulwiese im Verhältnis hierzu, nicht absolut, einen ganz leidlichen Ertrag gab. Namentlich beim 2. Schnitt, bei welchem sich die Dürre noch viel nachteiliger erwiesen hatte, wie beim ersten, war die Richtigkeit dieser Beobachtung schlagend nachweisbar. Ein reichlicher Nährstoffvorrat im Boden der Wiese kann mithin ebenso wie beim Ackerlande die Wirkungen ungünstiger Witterung wenigstens bis zu einem gewissen Grade ausgleichen. Die Versuche werden aber dadurch um so wertvoller, dass sie in einem mittelfeuchten bis feuchten und in einem abnorm dürren Sommer in gleicher Weise durchgeführt sind.

Bei der Ernte wurde in genau derselben Weise verfahren, wie in den beiden Vorjahren. Das Mähen wurde sorgfältig und genau ausgeführt, während des Trocknens wurden die einzelnen Parzellen scharf getrennt und dann unmittelbar an Ort und Stelle das Gewicht festgestellt. Gemäht wurde das Heu am 27. Juni, das Grummet am 12. September, gewogen wurde in völlig dürrem Zustande das Heu am 28. Juni, das Grummet am 14. September 1892.

Die ermittelten Gewichtsziffern an Heu und Grummet finden sich pro Parzelle (1 a) in der folgenden Tabelle IV.

Tabelle IV.

Düngung	Reihe A, nicht geeggt				Reihe B, geeggt			
	No. der Parzelle	Ertrag			No. der Parzelle	Ertrag		
		Heu kg	Grummet kg	zusammen kg		Heu kg	Grummet kg	zusammen kg
Ungedüngt	1	20.25	7.25	27.50	8	24.00	9.50	33.50
Kainit	2	30.75	11.00	41.75	9	26.00	9.75	35.75
Thomasschlacke . . .	3	36.50	12.00	48.50	10	33.00	9.50	42.50
„ + Kainit	4	43.00	13.50	56.50	11	35.50	10.00	45.50
Ungedüngt	5	23.50	6.00	29.50	12	22.50	7.50	30.00
Thomasschlacke . . .	6	33.00	10.50	43.50	13	28.50	12.50	41.00
„ + Kainit	7	42.00	13.50	55.50	14	31.50	12.50	44.00
Zusammen	—	229.00	73.75	302.75	—	201.00	71.25	272.25

Die oben nach dem Augenschein hervorgehobene grosse Wirkung der Düngung wird durch diese Tabelle vollauf bestätigt. Weiter zeigt die Tabelle wieder wie im Vorjahre eine geringere Wirkung der Düngung auf den geeggten Parzellen gegenüber den ungeeggten, eine Thatsache, welche vorläufig bloss registriert sein mag. Da ein Vergleich zwischen den beiden Reihen wieder nicht zulässig ist, kann die Rentabilitätsberechnung auch für 1892 vorläufig nur für Reihe A, die nicht geeggten Parzellen, vorgenommen werden. 100 kg 18%ige Thomasschlacke kosteten 1892 5 M. 6 Pf., 100 kg. Kainit 3 M. und 100 kg Heu sind wieder mit 6 M. wie in den Vorjahren veranschlagt. Die Erträge werden am besten wieder, indem man den Ertrag jeder Parzelle mit 100 multipliziert, pro Hektar berechnet. Man erhält auf diese Weise folgende Tabelle V, in welcher alle Angaben pro ha. zu verstehen sind.

Tabelle V.

Düngung	Mittel der Parzellen	Ertrag				Ertragssteigerung gegen ungedüngt			Kosten der Düngung	Gewinn (+) oder Verlust (−)
		Heu kg	Grummet kg	zusammen kg	Gesamtwert M.	ungedüngt = 100	kg	Wert kg		M.
Ungedüngt . .	—	2187.5	662.5	2850.0	171.00	100.00	—	—	—	—
Kainit	2	3075.0	1100.0	4175	250.50	146.49	1325.0	79.50	18.00	61.50
Thomasschlacke .	—	3475.0	1125.0	4600	276.00	161.40	1750.0	105.00	40.48	64.52
„ + Kainit	—	4250	1350	5600	336.00	196.49	2750	165.00	58.48	106.52

Auch hier decken sich die genauen Resultate vollständig mit dem, was vor der Ernte schon der Augenschein lehrte. Die Düngung hat in diesem dürren Jahre einen sehr grossen Erfolg gehabt, sowohl in quantitativer wie auch, was durch die Tabelle nicht zum Ausdruck kommt, in qualitativer Beziehung. Der Ertrag ist gesteigert worden durch Kainit allein um 46.49%, durch Thomasschlacke allein um 61.40% und durch beide zusammen um 96.49%, also fast um das doppelte. Der Reinertrag schwankt von 61.50 bis 106.52 M. pro ha. Interessant ist es, dass sich die Wirkung der Kainitdüngung auf dem von Hause aus an Kali nicht be-

sonders armen Boden von Jahr zu Jahr gesteigert hat; dieselbe betrug 1890 4.41 %, 1891 27.14 % und 1892 46.49 %. Allerdings ist auch die Wirkung ber Thomasschlackendüngung gestiegen, nämlich von 19.12 % in 1890, auf 36.67 % in 1891, auf 61.40 % in 1892, während Thomasschlacke + Kainit den Ertrag 1890 um 19.12 %, 1891 um 46.70 und 1892 um 96.49 % steigerte. Die Steigerung durch Thomasschlacke + Kainit ist mithin eine 5fache, die durch Thomasschlacke allein eine 3.2fache und die durch Kainit bewirkte eine 10.3fache in 1892 gegenüber 1890. Absolut ist allerdings die Wirkung der Thomasschlacke in jedem Jahre eine grössere gewesen und ebenso der durch diese erzielte Gewinn.

Interessant ist es noch, das in den Tabellen I, III und V auf den Seiten 312, 316 und 320 niedergelegte Material der 3 Jahrgänge, auf welche sich der Versuch erstreckt, zusammen zu fassen, daraus das Mittel zu berechnen, um so eine mittlere Rentabilitätsberechnung für die nicht geeggten Parzellen anzustellen. Dieses ist in der untenstehenden Tabelle VI durchgeführt. Alle Angaben beziehen sich auf 1 Hektar.

(Siehe Tabelle VI S. 322.)

Es ergiebt sich aus dieser Zusammenstellung eine bedeutende durchschnitliche Ertragssteigerung und eine sehr hohe Verzinsung des für die Düngemittel aufgewendeten Kapitals. Ich gehe dabei von der Annahme aus, dass die bessere Qualität des Futters der gedüngten Parzellen reichlich die übrigen Aufwände, welche ausser den Kosten für Düngemittel noch entstehen, bezahlt gemacht hat. Der absolute Reinertrag ist am höchsten bei der Düngung mit Thomasschlacke + Kainit, am niedrigsten bei der Kainitdüngung, während prozentisch sich das im Kainit angelegte Kapital wegen seiner viel geringeren Grösse am besten verzinst hat. Die Thomasschlacke steht in beiden Fällen in der Mitte.

Ehe ich nun zur Besprechung der geeggten Abteilungen übergehe, soll noch eines weiteren im Jahre 1892 angestellten Versuches gedacht werden. Schon im Jahre 1891 wurde auf derselben Wiese an einer etwas feuchteren Stelle ein Versuch angelegt. Es sollte dabei zunächst ebenfalls die Wirkung von Thomasschlacke und Kainit, dann aber auch ein Vergleich dieser mit Jauche angestellt werden. Ausserdem war beabsichtigt, die Hälfte der Parzellen zu eggen und die andere Hälfte ungeeggt zu lassen.

Tabelle VI.

Düngung	Heu und Grummet zusammen				Ertragssteigerung gegen ungedüngt					Kosten der Düngemittel		Reinertrag		
	1890—92 zusammen		Mittel pro Jahr		1890—92 zusammen		Mittel pro Jahr			1890—92 zusammen	Mittel pro Jahr	1890—92 zusammen	Mittel pro Jahr	
	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert						
	kg	M	kg	M.	kg	M.	kg	M.	%	M.	M.	M.	M.	% der Kosten
Ungedüngt	13 200	792.00	4400.0	264.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kainit	16 175	970.50	5391.6	323.50	2975	178.50	991.7	59.50	22.5	66.60	22.20	111.90	37.30	168.0
Thomasschlacke . . .	17 850	1071.00	5950.0	357.00	4650	279.00	1550.0	93.00	35.22	121.28	40.43	157.72	52.57	130.0
„ + Kainit	19 375	1162.50	6458.3	387.50	6175	370.50	2058.3	123.50	46.7	187.88	62.63	182.62	60.87	97.2

Die Grösse der Parzellen war wieder 1 a (10 × 10 m). Vorgesehen waren 4 neben einander liegende Reihen von je 8 Parzellen, im Ganzen also 32 Parzellen. Von diesen sollten dem ursprünglichen Plane gemäss 2 Reihen geeggt und 2 Reihen nicht geeggt werden. Die Beschaffenheit der Wiese gestattete im Interesse der Gleichmässigkeit indessen nur 3 Reihen von je 8 Parzellen, zusammen also 24 Parzellen. Es war mir dies nicht angenehm, weil es so nicht möglich war, allenthalben Kontrolparzellen, namentlich für die geeggte Abteilung, einzurichten, doch liess sich hieran nach Lage der Sache nichts ändern.

Die Jauche sollte in ihrer Wirkung zunächst allein und dann zusammen mit einer halben Thomasschlackendüngung von 400 kg pro ha geprüft werden. Es war anzunehmen, dass das letztere Düngegemisch eine vorzügliche Wirkung äussern werde, weil die Jauche den Pflanzen grössere Mengen von Stickstoff und Kali in leicht aufnehmbarer Form, hingegen zu wenig Phosphorsäure zuführt. Hierfür sollte die nebenher gegebene Thomasschlacke Ersatz bieten. Ich habe schon früher[1]) darauf hingewiesen, dass die Jauche ein an Phosphorsäure zu armes Düngemittel ist. Man findet, die Phosphorsäure = 1 gesetzt, zwischen Stickstoff, Phosphorsäure und Kali folgendes Verhältniss: in dem Wiesengras 3.6 : 1 : 3.7, in der Jauche aber 15,0 : 1 : 49. Wenn nun auch die Jauche, wie namentlich von P. Wagner immer wieder betont wird, besser zu anderen, für Stickstoff dankbareren Gewächsen, wie Rüben, Mais, Raps etc. verwendet wird, soweit man sie nicht zur Anfeuchtung von Stallmist und Kompost gebrauchen kann, so wird andererseits die Jauche doch noch vielfach auf die Wiesen gefahren. Es erschien daher nicht ganz unlohnend, sie einmal auf ihre Wirksamkeit hin zu untersuchen und namentlich auch festzustellen, ob sich ihre Wirksamkeit in rentabler Weise durch Zugabe einer kleineren Menge Thomasschlacke steigern lässt. Es waren demnach incl. ungedüngt 6 verschiedene Arten der Düngung in's Auge zu fassen:

1. Kainit,
2. Thomasschlacke,
3. „ + Kainit,
4. Jauche,
5. Jauche + Thomasschlacke,
6. ungedüngt.

[1]) Fühling's landw. Zeitung 1889, S. 214.

Da im ganzen 24 Parzellen zur Verfügung standen, so konnte jede Düngung auf 4 Parzellen angewendet werden. Weiter war aber beabsichtigt, einen Teil der Parzellen zu eggen. Es geschah dies mit der mittleren Reihe, welche die Parzellen 9—16 enthielt, während die beiden äusseren Reihen mit den Parzellen 1—8 und 17—24 nicht geeggt wurden. Es wurde dann, da sich, wie gesagt, eine 4. den Versuch viel übersichtlicher machende Reihe nicht anbringen liess, darauf Rücksicht genommen, die einzelnen Parzellen möglichst auf die ganze Versuchswiese gleichmässig zu verteilen. Dabei wurden dann für die reine Düngung meistens 3, selten 2, für die geeggte Reihe allerdings meistens nur 1, selten 2 Parzellen gewonnen.

Düngung wie Eggen wurden dann im Frühjahr 1891 gleichzeitig mit dem oben beschriebenen Versuch gegeben, auch die Ernte erfolgte fast gleichzeitig. Die Wirkung der Jauche war sicher nachweisbar durch eine üppige Vegetation der Gräser bei dem 1. Schnitt, nicht mehr beim Grummet. Auch die mit Jauche und Thomasschlacke gedüngten Parzellen zeigten beim 1. Schnitt eine bedeutende Ertragssteigerung, beim 2. Schnitt war die Wirkung nur insofern erkennbar, als sich vereinzelte Leguminosen zeigten. Eine etwas reichlichere Leguminosenvegetation zeigte sich auf den Parzellen, welche Thomasschlacke allein oder in Verbindung mit Kainit erhalten hatten. Im allgemeinen war aber das Resultat ein solches, dass sich aus den Ergebnissen keine irgendwie verwertbaren Schlüsse ziehen liessen. Der Versuch dieses Jahres musste auf der in Rede stehenden Abteilung als misslungen und die nicht unerhebliche Arbeit als verloren betrachtet werden. Ein Grund hierfür liegt in der etwas zu grossen Feuchtigkeit der betreffenden Parzellen und ein weiterer ist wohl die Anwendung von Thomasschlacke und Kainit im Frühjahr.

Der Versuch sollte dann in der gleichen Weise und auf denselben Parzellen im Jahre 1892 fortgesetzt werden, jedoch wurde, ebenso wie bei dem früher beschriebenen Versuch, in diesem Jahre Thomasschlacke und Kainit bereits im Herbst 1891 gegeben und zwar erstere am 24., letzterer am 29. September. Die mittlere Reihe wurde dann am 30. September 1891 1 mal und am 16. April 1892 3 mal geeggt. Die beiden äusseren Reihen wurden am 16. April 1892 mit der Hand von Maulwurfshaufen befreit, aber nicht geeggt. Die Jauche wurde am 6. Mai

1892 mit der Giesskanne — auf jede Parzelle 100 Liter = 10000 Liter pro ha — genau und gleichmässig verteilt. Die Düngung war demnach auf den einzelnen Parzellen die folgende:

6 kg Kainit (= 600 kg pro ha)	Parzellen 2, 8, 11, 18,
8 „ Thomasschlacke (= 800 kg pro ha) . . .	„ 6, 9, 13, 23,
8 „ „ + 6 kg Kainit (= 800 resp. 600 kg pro ha)	„ 3, 14, 20, 24,
4 „ Thomasschlacke + 100 l Jauche (= 400 kg resp. 10000 l pro ha)	„ 7, 10, 12, 21,
100 l Jauche (= 10000 l pro ha)	„ 4, 15, 17, 22,
ungedüngt	„ 1, 5, 16, 19.

Die Besichtigung der Versuchswiese zu verschiedenen Zeiten des Sommers ergab, dass sowohl auf den mit Thomasschlacke wie auf den mit Thomasschlacke + Kainit gedüngten Parzellen eine bedeutende Entwickelung der Leguminosen, vorzugsweise wieder Rotklee (Trifolium pratense), Zaunwicke (Vicia sepium) und Platterbse (Lathyrus pratensis) stattgefunden hatte. Qualitativ war die Wirkung entschieden eine ebenso grosse, wie auf den früher beschriebenen dreijährigen Parzellen, und auch die Masse des Futters war auf der ersteren eine grössere. Die letztere Thatsache erklärt sich unschwer aus dem etwas grösseren Feuchtigkeitsgehalte der jetzt besprochenen Parzellen. Auch auf den Kainitparzellen zeigen sich die Klee- und Wickenarten, doch scheint hier der Massenertrag nicht wesentlich gegenüber ungedüngt beeinflusst zu sein. Auch bei diesem Versuch scheint das Eggen wieder in der Weise geschadet zu haben, dass bedeutend weniger Leguminosen vorhanden sind.

Die Jauche hatte beim 1. Schnitt sowohl auf den Parzellen, auf welchen sie allein angewendet wurde, wie auch auf den Parzellen, welche daneben Thomasschlacke erhalten hatten, eine üppige Entwickelung der Gräser bedingt; Leguminosen fanden sich wegen des dichten Standes der Gräser nirgends vor. Beim 2. Schnitt war von einer Wirkung der Jauche nichts wahrzunehmen. Die Gräser zeigten kein besseres Wachstum, wie auf den ungedüngten Parzellen. Auf den Parzellen, welche neben der Jauche eine halbe Thomasschlackendüngung erhalten hatten, zeigte sich beim 2. Schnitt eine schwache Entwickelung der Leguminosen, welche aber diejenige der Parzellen mit reiner mineralischer Düngung nicht erreichte.

Das Mähen erfolgte am 1. Juli beim 1. Schnitt, am 12. September beim Grummet. Die Gewichtsfeststellung erfolgte am 2. Juli resp. 14. September 1892.

Tabelle VII.

Düngung	Parzellen No.	Ertrag der einzelnen Parzellen			Ertrag im Mittel der Düngung		
		Heu	Grummet	zusammen	Heu	Grummet	zusammen
		kg	kg	kg	kg	kg	kg
Ungedüngt	1	33.50	11.00	44.50			
	5	35.00	8.75	43.75			
	19	35 50	12.50	48.00			
Zusammen	—	88.00	32.25	120.25	34.66	10.75	45.41
600 kg Kainit pro ha . .	2	32.00	12.00	44.00			
	8	23.50	8.75	32.25			
	18	32.50	11.50	44.00			
Zusammen	—	[1])	—	—	32.25	11.75	44.00
800 kg Thomasschlacke p. ha	6	44.50	13.00	57.50			
	23	45.50	13.50	59.00			
Zusammen	—	90.00	26.50	116.50	45.00	13.25	58.25
800 kg Thomasschlacke + 600 kg Kainit	3	44.50	23.50	68.00			
	20	50.00	18.00	68.00			
	24	44.00	17.50	61.50			
Zusammen	—	138.50	59 00	197.50	46.16	19.67	65.83
10000 l Jauche pro ha .	4	38.00	13.00	51.00			
	17	46.50	11.50	58.00			
	22	43.25	9.00	52.25			
Zusammen	—	127.75	33.50	161.25	42.58	11.17	53.75
10000 l Jauche pro ha + 400 kg Thomasschlacke	7	44.50	13.00	57.50			
	21	53.50	11.00	64.50			
Zusammen	—	98.00	24.00	122.00	49.00	12.00	61.00

[1]) Parzelle 8 weicht in ihrem Ertrage von den beiden anderen mit Kainit gedüngten Parzellen, welche sehr gut übereinstimmen, auffällig ab. Es ist dies eine Erscheinung, welche im Versuch nicht wiederkehrt; auch kann nach den Erfahrungen mit dem früheren Versuch unmöglich angenommen werden, dass die Kainitdüngung geschadet hätte. Es ist deshalb berechtigt, Parzelle 8 einfach auszuscheiden und nur das Mittel der beiden anderen Parzellen zu nehmen. Auf diese Weise hat die Kainitdüngung

Bei der Zusammenstellung der Erträge zeigte sich, dass es nicht statthaft war, einfach die Parzellen, welche dieselbe Düngung erhalten hatten, zusammenzustellen und aus diesen das Mittel zu berechnen. Ausnahmslos hatten die nicht geeggten Parzellen einen geringeren Ertrag gegeben. Es macht sich daher notwendig, die Erträge der geeggten und der nicht geeggten Parzellen in 2 getrennten Tabellen aufzustellen und dann aus den zusammengehörigen Parzellen das Mittel zu berechnen. In der vorstehenden Tabelle VII (S. 326) sind zunächst die Parzellen der nicht geeggten Abteilung einzeln aufgeführt und aus den gleichbehandelten ist sofort das Mittel der betreffenden Düngung daneben gestellt worden. Die Gewichtsmengen sind in kg pro Parzelle (= 1 a) angegeben.

Demgegenüber stellen sich die Erträge der geeggten Abteilung, in derselben Weise aufgestellt, wie folgt:

Tabelle VIII.

Düngung	Parzellen	Ertrag der einzelnen Parzellen			Ertrag im Mittel der Düngung		
		Heu kg	Grummet kg	zusammen kg	Heu kg	Grummet kg	zusammen kg
Ungedüngt	16	28.50	11.75	40.25	28.50	11.75	40.25
600 kg Kainit pro ha . .	11	25.50	11.00	36 50	25.50	11.00	36.50
800 kg Tbomasschlacke pro ha.	9	43.25	13.50	56.75			
	13	36.50	14.00	50.50			
Zusammen	—	79.75	27.50	107.25	39.88	13.75	53 63
800 kg Thomasschlacke + 600 kg Kainit pro ha	14	33.50	17.25	50.75	33.50	17.25	50.75
1000 l Jauche pro ha . .	15	36.75	12.00	48.75	36.75	12.00	48.75
1000 l „ + 800 kg Thomasschlacke pro ha	10	45.25	13.25	58.50			
	12	43.50	16.25	59.75			
Zusammen	—	88.75	29.50	118.25	44.38	14.75	59.13

keine Wirkung gehabt, aber auch nicht geschadet, denn die Differenz, welche jetzt zwischen ungedüngt und der Kainitdüngung besteht, liegt völlig innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Versuchsfehler.

Eine Durchsicht der vorstehenden Zahlenergebnisse zeigt, dass die Wage das bestätigt hat, was schon vorher dem Auge als Resultat erschien. Ehe zu einer weiteren Besprechung dieser Versuchsresultate übergegangen wird, sollen dieselben noch einmal übersichtlich zusammengestellt werden. Es ist dies in der Tabelle IX geschehen.

Tabelle IX.

Düngung	Nicht geeggt					Geeggt				
	Ertrag			Steigerung gegen ungedüngt		Ertrag			Steigerung gegen ungedüngt	
	Heu kg	Grummet kg	zusammen kg	Menge kg	ungedüngt = 100	Heu kg	Grummet kg	zusammen kg	Menge kg	ungedüngt = 100
Ungedüngt . . .	34.66	10.75	45.41	—	100.00	28.50	11.75	40.25	—	100.00
Kainit	32.25	11.75	44.00	—	96.81	25.50	11.00	36.50	—	90.68
Thomasschlacke .	45.00	13.25	58.25	12.84	128.28	39.88	13.75	53.63	13.38	133.24
„ + Kainit	46.16	19.67	65.83	20.42	144.97	33.50	17.25	50.75	10.50	126.09
Jauche	42.58	11.17	53.75	8.34	118.37	36.75	12.00	48.75	8.50	121.12
„ + Thomasschlacke . . .	49.00	12.00	61.00	15.59	134.33	44.38	14.75	59.13	18.88	146.91
Zusammen	249.65	78.59	328.24	—	—	208.51	80.50	289.01	—	—

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich eine recht bedeutende Wirkung der Düngung. Was zunächst die ungeeggte Abteilung anbetrifft, so hat hier am besten die Düngung mit Thomasschlacke nnd Kainit gewirkt; dieselbe hat den Ertrag um 44.97 % gegenüber ungedüngt gesteigert. Darauf folgt Jauche + Thomasschlacke, welche eine Ertragssteigerung von 34.33 % zu Wege brachten. Thomasschlacke allein zeigte 28.28 % und Jauche allein 18.37 % Mehrertrag. Kainit hat bei diesem Versuche keine Wirkung gezeigt, denn der geringe Minderertrag muss als innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler liegend aufgesetzt werden. Am besten wirkte mithin die rein mineralische Düngung von Thomasschlacke + Kainit, welche noch die Jauche + Thomasschlacke um ca. 10 % überholte. Die Jauche hat in beiden Fällen sich nur beim ersten Schnitt bemerkbar gemacht. Auf den Parzellen, auf welchen gleichzeitig Thomasschlacke angewandt wurde, hat sie sogar geschadet, indem sie die Entwickelung der Leguminosen beim 1. Schnitt verschlechterte und deshalb einen geringeren Grummetertrag be-

wirkte, wie bei Düngung mit Thomasschlacke allein und namentlich wie Thomasschlacke + Kainit. Nicht vergessen darf man ferner, dass das auf den Jauchenparzellen erzeugte Heu weitaus nicht in dem Masse qualitativ verbessert worden ist, wie dies durch die Leguminosen auf den Parzellen mit Thomasschlacke und Kainit geschah. Die Jauchendüngung kann nach den obigen Versuchsresultaten nicht mit der Düngung mit Thomasschlacke + Kainit konkurrieren. Will man von ihr eine bedeutende Wirkung haben, so muss sie zu jedem Schnitte gegeben werden, sonst schädigt die Jauche gegenüber Thomasschlacke + Kainit den Wiesenertrag durch Störung der Entwickelung der Leguminosen. Allerdings hat eine Zugabe von Thomasschlacke die Wirkung der Jauche etwas gesteigert, doch ist es nach den obigen Versuchsresultaten entschieden besser gethan, die Thomasschlacke (namentlich in Verbindung mit Kainit) ohne Jauche auf Wiesen anzuwenden und die letztere, soweit sie nicht zur Anfeuchtung des Düngers oder des Kompostes verwendet wird, in erster Linie zu solchen Früchten anzuwenden, welche für den reichen Stickstoffgehalt der Jauche dankbar sind, wie Rüben, Mais Raps etc.

Die geeggte Abteilung zeigt im allgemeinen dasselbe Bild, nur ist hier die Thomasschlacke + Jauche an erster Stelle stehend und die Thomasschlacke an zweiter Stelle. Erst an dritter Stelle kommt Thomasschlacke + Kainit. Ich halte diese Reihenfolge nicht für sehr wesentlich, weil es sich bei Thomasschlacke + Kainit nur um eine einzige Parzelle handelt, bei welcher der Zufall sehr leicht eine Rolle gespielt haben kann. Auch ist in dieser Reihe der Unterschied zwischen Kainit und ungedüngt noch grösser wie auf der anderen Reihe, doch verzichte ich nach den sonstigen Erfahrungen darauf, Schlüsse aus dieser Thatsache zu ziehen. Zudem ist es nicht erwiesen, dass der Boden dieser Parzellen vielleicht so arm an Phosphorsäure ist, dass es dem Kainit nicht möglich war, ohne eine Zugabe dieses Nährstoffes zur Wirkung zu kommen.

Wichtiger ist die nun zum dritten Male hervorgehobene Thatsache, dass auch hier wieder das Eggen nicht vorteilhaft, sondern schädlich gewirkt hat. Diese Erscheinung, die im ganzen Versuch mit so grosser Regelmässigkeit wieder-

kehrt, muss einer besonderen Besprechung unterzogen werden, zumal sie der hergebrachten Anschauung über die Wirkung des Eggens der Wiesen direkt entgegensteht. Auf die letztere landläufige Ansicht mag zunächst hingewiesen werden.

Zunächst soll das Eggen die Wiesen von Moos befreien und dadurch den Wiesenpflanzen eine bessere Entwickeluug ermöglichen. Dieser Vorteil ist, sofern es sich überhaupt um eine moosige Wiese handelt, zweifellos vorhanden und recht bedeutend. Ich bemerke demgegenüber ausdrücklich, dass es sich in meinen Versuchen um solche Wiesen handelte, welche nicht mit Moos bewachsen sind. Aber auch auf solchen moosfreien Wiesen soll das Eggen nach allgemeiner Anschauung von grossem Vorteil für den Ertrag sein. Man nimmt an, dass das Fggen den Boden etwas lockert, damit die Luft eindringen und Verwitterungsvorgänge, wie auch sonst wohlthätige Umsetzungen veranlassen kann. Ferner sollen Unkrautpflanzen vernichtet und die Wiesenpflanzen durch den mittelst der Wiesenegge ausgeübten Reiz zu neuer Bestockung und neuem Wachstum angeregt werden. Endlich ist man imstande, mit der Wiesenegge die Maulwurfshaufen zu verteilen, eine Arbeit, welche unter allen Umständen ausgeführt werden muss und, falls die Wiesenegge nicht zur Anwendung kommt, den Gebrauch von Handgeräten — Schaufel oder Gabel — voraussetzt.

Diese vorteilhaften Wirkungen der Wiesenegge ergeben sich einfach als Produkt theoretischer Erwägungen, welche allgemein für richtig angesehen werden. Exakte Versuche über die Wirksamkeit des Wieseneggens sind meines Wissens nur in einem einzigen Falle angestellt und zwar von Anderegg.[1]) Derselbe teilte eine Wiese in 2 Hälften, deren eine gedüngt und deren andere nicht gedüngt wurde. Von den beiden Hälften wurde dann wieder je die Hälfte geeggt, während die andere Hälfte ungeeggt blieb. Das Resultat war folgendes:

1. nicht geeggt und nicht gedüngt 377 kg Heu
2. geeggt und nicht gedüngt . . 770 „ „
3. nicht geeggt, aber gedüngt . . 833 „ „
4. geeggt und gedüngt . . . . 1563 „ „

[1]) Leider fehlt mir die genauere Quelle, so dass ich über den sehr interessanten Versuch keine genaueren Mitteilungen machen kann. Ich citiere hier nur nach einer von mir früher einmal gemachten Notiz, doch ist es mir nicht mehr erinnerlich, woher dieselbe stammt, jedenfalls aus der kleinen Schrift Anderegg's: über Wiesen- und Weidenbau, welche mir leider nicht zur Verfügung steht.

Aus diesem Versuch ergiebt sich eine ganz bedeutende Wirkung des Eggens der Wiesen; das Eggen allein hat den Ertrag gegen ungedüngt verdoppelt und in Verbindung mit der Düngung denselben um reichlich das 4fache gesteigert.

Weitere Versuche sind mir nicht bekannt. Trotzdem findet man aber in allen einschlägigen Schriften ausgeführt, dass das Eggen der Wiesen unter allen Umständen eine äusserst vorteilhafte Manipulation sei. So schreibt Maercker[1]) beispielsweise: „Darüber herrscht kein Zweifel, dass es vorteilhaft ist, neben der Anwendung der Kalisalze die auch aus anderen Rücksichten im höchsten Grade empfehlenswerte Wiesenegge zu gebrauchen; aber von einigen Seiten wird dem sofortigen Eineggen nach dem Ausstreuen Gewicht beigelegt. Einzelne Angaben halten sogar ein Eineggen im Herbst und ein darauf folgendes im Frühjahr für wünschenswert und nützlich; ob solches aber wirklich notwendig ist, kann durch Versuchszahlen nicht belegt werden. Schädlich ist allerdings die doppelte Anwendung der Wiesenegge im Herbst und im Frühjahr keinesfalls und deshalb mag man das Eineggen im Herbst vornehmen, wenn es die Verhältnisse zulassen, ob aber dadurch ein Vorteil bezüglich der Kaliwirkung erzielt wird, muss dahingestellt bleiben. Dass das Eineggen im Herbst die Wiederholung dieser Arbeit im Frühjahr nicht überflüssig macht, versteht sich von selbst."

Wie hier Maercker, so schreiben alle anderen Schriftsteller, welche die in Rede stehende Frage berühren. Zweifel über die Vorteilhaftigkeit des Wieseneggens sind noch nirgends ausgesprochen. Meine Versuche berechtigen aber in hohem Masse hierzu. Es soll nun etwas näher auf diese Versuche eingegangen werden. Die Materialien hierfür finden sich in den Tabellen II (S. 315), IV (S. 319), IX (S. 328). Aus allen Tabellen, sowohl denjenigen, welche die 1. Versuchsreihe für die Jahre 1891 und 1892 umfassen, wie auch denjenigen, welche die 2. Versuchsreihe des Jahres 1892 enthalten, ergiebt sich ein nicht unerheblich geringerer Ertrag der geeggten Parzellen, wenigstens soweit dieselben gedüngt worden sind.

Zum Beweise dessen soll für die geeggte Reihe B des Versuches dieselbe Rentabilitätsberechnung aufgestellt werden, wie es für die nicht geeggte Reihe A in der Tabelle III für

[1]) Maercker, Die Kalidüngung. Berlin 1892, S. 85.

1891 und in der Tabelle V für 1892 geschehen ist. Auch hier sind die einzelnen Zahlen auf Hektar bezogen, um die einzelnen Angaben untereinander übereinstimmend zu machen. Die für die Rentabilitätsberechnung der Reihe B für das Jahr 1891 notwendigen Ertragsziffern sind in der Tabelle II (S. 315) niedergelegt. Die Preise für Düngemittel und die Wertsziffern sind dieselben, wie sie für die Berechnung der nicht geeggten Reihe in der Tabelle III zur Anwendung gelangt sind. Die untenstehende Tabelle X enthält die Rentabilitätsberechnung für die geeggte Reihe B für 1891 und ist demnach mit Tabelle III, welche die Reihe A für 1891 aufführt, vergleichbar.

Tabelle X.

Düngung	Mittel d. Parzellen	Ertrag				Ertragssteigerung gegen ungedüngt			Kosten der Düngung	Gewinn (+) oder Verlust (−)
		Heu	Grummet	zusammen	Gesamtwert	ungedüngt =100	kg	Wert		
		kg	kg	kg	M.			M.	M.	M.
Ungedüngt . .	—	2875	2500	5375	322.50	100.00	—	—	—	—
Kainit	9	3050	2600	5650	339.00	105.11	275	16.50	18.60	− 2.10
Thomasschlacke	10[1])	3650	2950	6600	396.00	122.79	1225	73.50	41.80	+32.70
„ +Kainit	11	4000	3400	7400	444.00	137.67	2025	121.50	59.40	+62.10

In derselben Weise giebt die folgende Tabelle XI die Rentabilitätsberechnung für die geeggte Reihe B für 1892. Die Ertragsziffern hierfür finden sich in Tabelle IV (S. 319) und die Ergebnisse der Tabelle XI sind mit denjenigen der Tabelle V (S. 320), welche die Rentabilität der nicht geeggten Reihe A in demselben Jahre angiebt, vergleichbar. Auch hier sind die Preise für Dünger und Heu dieselben, wie für die nicht geeggte Reihe. Die Angaben sind pro Hektar berechnet.

[1]) Die Parzellen 13, 14 sind aus den früher bei Reihe A beschriebenen Gründen hier weggelassen; sie würden das Eggen noch nachteiliger erscheinen lassen, wie es oben geschieht, können aber ihres mit den übrigen Parzellen nicht übereinstimmenden abnormen Ertrages wegen hier nicht in Ansatz kommen.

Tabelle XI.

Düngung	Mittel der Parzellen	Ertrag				Ertragssteigerung gegen ungedüngt			Kosten der Düngung	Gewinn (+) oder Verlust (−)
		Heu	Grummet	zusammen	Gesamtwert	ungedüngt = 100		Wert		
		kg	kg	kg	M.		kg	M.	M.	M.
Ungedüngt . .	—	2325	850	3175	190.50	100.00	—	—	—	—
Kainit	9	2600	975	3575	214.50	112.60	400	24.00	18.00	+ 6.00
Thomasschlacke	—	3075	1100	4175	250.50	131.50	1000	60.00	40.48	+19.52
„ + Kainit	—	3350	1125	4425	265.50	139.37	1250	75.00	58.48	+16.52

Die Ergebnisse der ungeeggten Reihe A für 1890—92 wurden früher in eine einzige Tabelle zusammengefasst. (Tabelle VI, S. 322). Dasselbe soll jetzt mit den zweijährigen Erträgen der geeggten Reihe B geschehen. Die Zahlen der umstehenden Tabelle XII enthalten die Ergebnisse dieser Berechnung pro Hektar.

(Siehe Tabelle XII, S. 334.)

Da die Zahlen der Tabelle VI sich auf die Jahre von 1890—1892 beziehen, so fehlt ein Vergleich der in Tabelle XII für die beiden Jahre 1891 und 1892 für die geeggten Parzellen berechneten Ergebnisse. Das Jahr 1890 konnte, wie im Eingange dieser Abhandlung gesagt wurde, eines Versehens beim 1. Schnitt halber nur für die ungeeggten Parzellen verwendet werden. Es sind daher für die Reihe A (nicht geeggt) in der folgenden Tabelle XIII noch einmal die Gesamt- und die Mittelerträge für die Jahre 1891 und 1892 zusammengestellt, ebenso wie dies in der Tabelle XII für die geeggten Parzellen (Reihe B) geschah.

(Siehe Tabelle XIII, S. 335.)

Ein Vergleich der beiden Tabellen XII und XIII zeigt sehr schön, dass, mit alleiniger Ausnahme der ungedüngten Parzellen, die geeggte Reihe einen bedeutend geringeren Ertrag gegeben hat. Kainit hat bei ungeeggt im Durchschnitt der beiden Jahre 33.95 %, bei geeggt nur 7.89 % Mehrertrag gegenüber ungedüngt bewirkt. Für Thomasschlacke stellen sich diese Zahlen auf 45.37 % für nicht geeggt und auf 26.02 % bei geeggt. Bei Thomasschlacke und Kainit hat die geeggte Reihe nur 38.30 % mehr wie ungedüngt geliefert, die nicht geeggte Reihe dagegen 64 %.

Tabelle XII.

Düngung	Heu und Grummet zusammen				Ertragssteigerung gegen ungedüngt					Kosten der Düngemittel		Reinertrag		
	1891—92 zusammen		Mittel pro Jahr		1891—92 zusammen		Mittel pro Jahr			1891—92 zusammen	Mittel pro Jahr	1891—92 zusammen	Mittel pro Jahr	
	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert						
	kg	M.	kg	kg	kg	M.	kg	M.	%	M.	M.	M.	M.	% der Kosten
Ungedüngt	8550	513.00	4275	256.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kainit	9225	553.50	4612.5	276.75	675	40.50	337.5	20.25	7.89	36.60	18.30	3.90	1.95	10.66
Thomasschlacke. . .	10775	646.50	5387.5	323.25	2225	133.50	1112.5	66.75	25.02	81.28	40.64	52.22	26.11	64.25
„ + Kainit	11825	709.50	5912.5	354.75	3275	196.50	1637.5	98.25	38.30	117.88	58 94	78.62	39.31	66.69

Tabelle XIII.

Düngung	Heu und Grummet zusammen				Ertragssteigerung gegen ungedüngt					Kosten der Düngemittel		Reinertrag		
	1891—92 zusammen		Mittel pro Jahr		1891—92 zusammen		Mittel pro Jahr			1891—92 zusammen	Mittel pro Jahr	1891—92 zusammen	Mittel pro Jahr	
	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert	Menge	Wert						% der Kosten
	kg	M.	kg	M.	kg	M.	kg	M.	%	M.	M.	M.	M.	
Ungedüngt . . .	8100	486.00	4050	243.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kainit	10850	651.00	5425	325.50	2750	165.00	1375	82.50	33.95	36.60	18.30	128.40	64.20	350.82
Thomasschlacke .	11775	706.50	5887.5	353.25	3675	220.50	1837.5	110.25	45.37	81.28	40.64	139.22	69.61	171.28
„ + Kainit	13300	798.00	6650	399.00	5200	312.00	2600	156.00	64.20	117.88	58.94	194.12	97.06	164.68

Sehr schlagend kommt der Unterschied der geeggten Parzellen gegenüber den nicht geeggten auch in dem im Durchschnitt der beiden Jahre erzielten Reinertrage zum Ausdruck. Bei ungeeggt betrug der Reinertrag im Mittel 64.20 M. pro ha für Kainit, 69.61 M. bei Thomasschlacke und 97.06 M. bei Thomasschlacke + Kainit, wohingegen in der geeggten Reihe die entsprechenden Reinerträge sich auf nur 1.95 M. resp. 26.11 M. resp. 39.31 M. stellen. Es stellt sich mithin beim Kainit auf der geeggten Reihe ein Minus von 62.25 M., bei Thomasschlacke ein solches von 43.50 M. und bei Thomasschlacke + Kainit ein Minus von 57.75 M. gegenüber der nicht geeggten Reihe heraus. Diese Zahlen zu Ungunsten des Eggens finden sich, was wichtig ist, in beiden Jahren und bei allen Parzellen ohne Ausnahme, nur auf den ungedüngten Parzellen ist eine kleine Differenz zu Gunsten des Eggens vorhanden.

Ganz dasselbe Verhältnis zwischen geeggt und ungeeggt findet sich in der 2. Versuchsreihe des Jahres 1892, nur haben hier alle Parzellen ohne Ausnahme, also auch die ungedüngten der geeggten Parzellen, einen geringeren Ertrag ergeben. Zur besseren Veranschaulichung der Wirkung des Eggens mögen noch die Erträge der geeggten und nicht geeggten Parzellen, welche die gleiche Düngung bekommen haben und, abgesehen von dem Eggen, völlig gleichmässig behandelt sind, einander gegenübergestellt werden. Die Erträge der geeggten Parzellen sind dabei = 100 gesetzt, so dass die nachteilige Wirkung des Eggens auf diese Weise in Prozenten zum Ausdruck kommt. Es ist dabei Rücksicht genommen auf beide Jahre der ersten Versuchsreihe, sowie auch auf die 2. Versuchsreihe des Jahres 1892. Die absoluten Ertragsziffern sind kg pro Hektar. Die Zahlen der letzterwähnten Versuchsreihe lassen sich zu einer eingehenden Rentabilitätsberechnung nicht gut verarbeiten, weil es schwierig ist, für die Jauche eine richtige Bewertung zu finden. Auf die gestellte Frage geben ja auch die in den Tabellen VII, VIII, IX und XIV niedergelegten Zahlen eine völlig genügende Antwort.

Tabelle XIV.

Düngung	Erste Versuchsreihe								Zweite Versuchsreihe			
	Jahrgang 1891				Jahrgang 1892				Jahrgang 1892			
	geeggt		nicht geeggt		geeggt		nicht geeggt		geeggt		nicht geeggt	
	Heu + Grummet		Heu + Grummet		Heu + Grummet		Heu + Grummet		Heu + Grummet		Heu + Grummet	
	kg	= 100	kg	geeggt = 100	kg	= 100	kg	geeggt = 100	kg	= 100	kg	geeggt = 100
Ungedüngt	5375	100.00	5250	97.67	3175	100.00	2850	89.76	4025	100.00	4541	112.82
Kainit	5650	100.00	6675	118.14	3575	100.00	4175	116.78	3650	100.00	4400	120.55
Thomasschlacke	6600	100.00	7175	108.71	4175	100.00	4600	110.18	5363	100.00	5825	108.61
„ + Kainit	7400	100.00	7700	104.05	4425	100.00	5600	126.55	5075	100 00	6583	129.71
Jauche	—	—	—	—	—	—	—	—	4875	100.00	5375	110.26
„ + Thomasschlacke	—	—	—	—	—	—	—	—	5913	100.00	6100	103.16
Zusammen resp. Mittel	25025	100.00	26800	107.09 [1]	15350	100.00	17225	112.21	28901	100.00	32824	113.57

[1]) Die hier angegebenen Gesamt-Prozentzahlen sind berechnet aus den Gesamt-Ertragsziffern. Es ergiebt sich dadurch eine kleine Differenz gegenüber dem Durchschnitte der einzelnen Prozente, welche sich durch Abänderung in der 3. Dezimale erklären.

Aus der vorstehenden Tabelle XIV ergiebt sich die nachteilige Wirkung des Eggens der Versuchswiese sehr klar. Das Eggen hat allenthalben geschadet, nur die ungedüngten Parzellen der ersten Versuchsreihe sind in beiden Jahren günstig beeinflusst. Bei Kainit ist dagegen die geeggte Parzelle um 16.78—20.55 % schlechter wie die ungeeggte. Bei Thomasschlacke hat das Eggen den Ertrag um 8.61—10.18 % heruntergedrückt und bei Thomasschlacke + Kainit beträgt die Differenz zu Ungunsten der geeggten Parzellen 4.05—29.71 %. Bei der Düngung mit Jauche steht geeggt um 10.26 %, bei der Anwendung von Jauche + Thomasschlacke um 3.16 % im Ertrage gegen ungeeggt zurück. Im Durchschnitt der ganzen Reihen hat das Eggen den Ertrag herabgedrückt 1891 um 7.09 %, 1892 bei der ersten Versuchsreihe um 12.21 % und bei der 2. Reihe um 13.57 %.

Es ergiebt sich allenthalben eine schädliche Wirkung des Eggens. Dieselbe zeigt sich bei beiden Versuchsreihen, sowohl in dem mittelfeuchten bis feuchten Jahre 1891, wie in dem abnorm dürren 1892 und sowohl, wenn nur im Frühjahr geeggt wurde, wie 1891, wie wenn im Frühjahr und Herbst geeggt wurde, wie 1892. Die einzelnen Parzellen, welche zur Gewinnung der Mittelzahlen verwendet wurden, stimmen unter sich völlig befriedigend überein, so dass an der Richtigkeit der Thatsache nicht zu zweifeln ist. Hierzu kommt dann noch, dass das Futter der geeggten Parzellen nicht nur der Menge, sondern auch der Güte nach im Nachteil ist, weil es weniger Leguminosen enthält, wie die geeggten Parzellen.

Die Thatsache, dass auf nicht moosigen Wiesen das Eggen nachteilig ist, ist eine so auffällige, dass sie mir selbst vorläufig nicht recht glaubhaft erschien. Nachdem bei den fortgesetzten Versuchen immer wieder dasselbe Resultat erschien, fing ich an, nach Gründen für die in Rede stehende Erscheinung zu suchen und ich glaube diese Gründe in dem Folgenden gefunden zu haben.

Es handelt sich bei meinen Versuchen in erster Linie um eine Düngung mit Thomasschlacke und Kainit. Diese beiden führen ihre vorteilhafte Wirkung auf die Ertragsfähigkeit der Wiese in erster Linie dadurch herbei, dass sie eine reiche Vegetation von Leguminosen hervorrufen. Nun hat sich allenthalben herausgestellt, was auch an den betr. Stellen hervorgehoben

wurde, dass die geeggten Parzellen in allen Fällen eine bedeutend geringere Entwickelung der Leguminosen zeigten. Hierin liegt meines Erachtens die Erklärung: Das Eggen hindert die Klee- und Wickenarten der mit Thomasschlacke und Kainit gedüngten Parzellen teilweise in ihrer Entwickelung und deshalb schädigt es den Ertrag sowohl in quantitativer, wie in qualitativer Beziehung.

Hiermit stimmt auch sehr gut überein, dass in der 1. Versuchsreihe die ungedüngten Parzellen einen höheren Ertrag gegeben haben, wenn sie geeggt wurden, als wenn das Eggen unterblieb. Auf den ungedüngten Parzellen haben sich die allgemein anerkannten günstigen Wirkungen des Eggens bemerkbar gemacht, während ein Nachteil auf die Leguminosen nicht ausgeübt werden kann, da sich diese Pflanzen nicht auf den ungedüngten Parzellen vorfinden. Allerdings deckt sich mit dieser Erklärung nicht die oben angeführte Thatsache, dass in der 2. Versuchsreihe des Jahres 1892 sowohl die ungedüngten, wie auch die mit Jauche gedüngten Parzellen einen geringeren Ertrag gegeben haben, wenn sie geeggt wurden, als wenn das Eggen unterblieb. Allein es stehen hier zu wenig Kontrolparzellen zur Verfügung, auch handelt es sich hier nur um ein Jahr, so dass hier vielleicht zufällige Ereignisse von Einfluss gewesen sein können. Der geringe Ertrag der mit Jauche und Thomasschlacke gedüngten Parzellen nach dem Eggen ist ebenfalls aus der oben erwähnten Ursache erklärlich. Auch auf diesen Parzellen stellen sich wenigstens beim 2. Schnitt Leguminosen in geringerer Anzahl ein und diese letzteren könnten ebeufalls durch das Eggen gestört sein. Es mag sein, dass noch andere Ursachen massgebend sind, aus meinen Versuchen kann ich vorläufig keine weiteren finden, und die obige Erklärung scheint mir auch zur Begründung auszureichen. Dieselbe lässt dort nicht im Stich, wo Erscheinungen vorliegen, welche durch eine grosse Anzahl von Parzellen und während einer längeren Zeit sich herausgestellt haben.

Dadurch, dass in meinen Versuchen sich das Eggen als schädlich erwiesen hat, ist ja noch nicht gesagt, dass dies unter allen Umständen der Fall sein müsse. Auf moosigen Wiesen ist das Eggen zur Beseitigung des Mooses sicher vorteilhaft, vielleicht auch auf sehr bindigen, für die Luft schwer zu-

gänglichen, thonigen Wiesen. Die ganze Angelegenheit bedarf entschieden weiterer Untersuchungen und im Interesse dieser hochwichtigen Frage wäre es sehr zu wünschen, dass solche Versuche an möglichst vielen Stellen unter den verschiedensten Verhältnissen angestellt würden. So viel glaube ich allerdings aus meinen oben beschriebenen Versuchen, wenn auch wegen der Neuheit der Sache mit einiger Reserve, behaupten zu können, dass auf allen mittleren Wiesenbodenarten das Eggen nachteilig wirkt, wenn mit Thomasschlacke oder Kainit oder beiden zusammen gedüngt worden ist. Ich werde die Eggeversuche in den nächsten Jahren fortsetzen und später wohl nochmals über dieselben berichten können.

Fasse ich die Resultate meiner dreijährigen Wiesendüngungsversuche noch einmal kurz zusammen, so komme ich zur Aufstellung folgender Sätze:

1. Durch Düngung mit Thomasschlacke und ganz besonders Thomasschlacke in Verbindung mit Kainit kann man den Ertrag der Wiesen ganz bedeutend steigern.
2. Auch Kainit allein bewirkt wenigstens teilweise eine nicht unbedeutende Ertragssteigerung. Beide Düngungsarten sind sehr rentabel.
3. Düngungen mit den vorgenannten Düngemitteln besonders mit Thomasschlacke, steigern den Ertrag nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ, indem sie sehr viele Wicken- und Kleearten hervorbringen.
4. Chilisalpeter steigert den Ertrag nicht unbedeutend, jedoch nur für einen Schnitt. Ausserdem werden nur die Gräser, nicht auch die Leguminosen in ihrem Wachstum begünstigt. Gegenüber der Thomasschlacke und dem Kainit ist eine Chilisalpeterdüngung nicht rentabel genug.
5. Die Jauche begünstigt ebenfalls ausschliesslich das Wachstum der Gräser, allerdings in nicht unbedeutendem Masse. Die Wirksamkeit erstreckt sich nur auf einen Schnitt.
6. Eine Zugabe von Thomasschlacke zur Jauche erhöht die Wirksamkeit der letzteren. Allein es können sich wegen der üppigen Entwickelung der

Gräser im 1. Schnitt nur wenig Leguminosen entwickeln. Es ist deshalb empfehlenswert, die Jauche nicht auf die Wiesen zu bringen oder, falls dies dennoch geschehen soll, zu jedem Schnitt. Thomasschlacke wendet man besser für sich allein an.

7. Das Eggen ist auf **nicht moosigen** Wiesen, wenigstens soweit dieselben milden Boden besitzen, nachteilig, wenn mit Thomasschlacke und Kainit zusammen oder mit einem dieser Düngemittel allein gedüngt worden ist. Es erklärt sich dies daher, dass das Eggen die Leguminosen in ihrer Entwickelung stört.

Endlich mag noch bemerkt werden, dass die Düngung mit Thomasschlacke und Kainit auch im grossen auf den Wiesen der Grossherzogl. Ackerbauschule seit 3 Jahren mit ähnlichem Erfolge, wie in den obigen Versuchen beschrieben ist, durchgeführt wird. Es hat sich dabei in keinem einzigen Falle herausgestellt, dass das auf diese Weise gewonnene Futter von den Tieren nicht gerne aufgenommen wurde. Im Gegenteil fressen die Tiere stets Heu sowohl wie Grummet mit dem grössten Appetit. Da durchschnittlich pro Kopf 7—10 kg Heu und Grummet verfüttert wurden, so kann man wohl annehmen, dass die nachteiligen Wirkungen, welche man stellenweise beobachtet hat, wenn sie hier überhaupt vorhanden wären, schon aufgetreten sein müssten. Dass dies noch nicht geschah, ist ein Beweis für die Güte des Futters, welches hier durch Thomasschlacke und Kainit erzeugt wird.

Landwirtschaftliche Jahrbücher.

Zeitschrift für wissenschaftliche Landwirtschaft und Archiv des Kgl. Pr. Landes-Ökonomie-Kollegiums. Herausgeg. von Geh. Ober-Reg.-Rat Dr. **Hugo Thiel**-Berlin. XXI. Jahrg. 1892. Preis des Jahrgangs von 6 Heften mit in Summa 60—70 Bogen Text, lith. Tafeln etc. 28 M.

Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen.

Organ für naturwissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete der Landwirtschaft. Unter Mitwirkung sämtlicher Deutsch. Versuchs-Stationen herausgeg. von Geh. Hofrat Prof. Dr. **Friedrich Nobbe**-Tharand. Preis des Jahrgangs von 6 Heften mit in Sa. 30 Bogen 12 M.

Deutsche landwirtschaftliche Presse.

Redakteur: Dr. **Th. Kraus.** Jeden Mittwoch und Sonnabend erscheint eine Nummer. Monatlich ein farbiges Tierporträt als Gratisbeilage. XIX. Jahrg. 1892. Preis vierteljährlich 5 M.

Jahresbericht über die Fortschritte der Agrikulturchemie.

Unter Mitwirkung zahlreicher Agrikulturchemiker herausgegeben von Dr. **A. Hilger,** Professor in Erlangen, und Dr. **Th. Dietrich,** Prof. in Marburg. Neue Folge XIII. (Das Jahr 1890.) Preis 28 M.

Zeitschrift für Landeskultur-Gesetzgebung.

Herausgegeb. von dem Kgl. Preuss. Ober-Landeskulturgericht. XXXI. Band. 3 Hefte. Preis 6 M.

Zeitschrift für Spiritusindustrie.

Organ des Vereins und der Versuchs-Station der Spiritusfabrikanten in Deutschland. Unter Mitwirkung von Geheimrat, Prof. Dr. **M. Maercker,** Vorsteher der Versuchs-Station des landw. Zentralvereins in Halle, herausgeg. von Professor Dr. **M. Delbrück,** Vorsteher der Versuchs-Station d. Vereins der Spiritusfabrikanten. XV. Jahrg. 1892. Wöchentlich eine Nummer. Preis des Jahrgangs 20 M.

Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur.

Redakteur: Dr. **H. Grahl**-Berlin. X. Jahrg. 1892. Preis des Jahrgangs von 24 Nrn. 8 M.

Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft.

Herausgegeben vom Direktorium.
Erster Band (das Jahr 1886) Preis 6 M. Zweiter Band (das Jahr 1887) Preis 6 M.
Dritter Band (das Jahr 1888) Preis 6 M. Vierter Band (das Jahr 1889) Preis 6 M.
Fünfter Band (das Jahr 1890) Preis 6 M. Sechster Band I. Teil. Preis 3 M.

Wochenschrift für Brauerei.

Eigentum des Vereins: Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin. Herausgegeben von Prof. Dr. **M. Delbrück** und Dr. **M. Hayduck.** IX. Jahrg. 1892. Wöchentlich eine Nummer. Preis des Jahrgangs 20 M.

Gartenflora.

Zeitschrift für Garten- und Blumenkunde. Begründet von Dr. **Eduard Regel,** herausgegeben von **L. Wittmack,** Geh. Reg.-Rat und Professor in Berlin. XLI. Jahrgang. 1892. Preis des Jahrgangs von 24 Heften mit je einer Farbendrucktafel und Textabbildungen 20 M.

Die Weinlaube.

Wochenschrift für Wein- und Kellerwirtschaft. Herausgegeben von **A. Frhr. von Babo,** Direktor der Weinbau-Lehranstalt in Klosterneuburg, und **E. Mach,** Direktor der Lehranstalt in San Michele. XXIV. Jahrgang. 1892. Wöchentlich 1 Nummer. Preis des Jahrganges 12 M.

Forstwissenschaftliches Centralblatt.

Unter Mitwirkung zahlreicher Fachleute aus Wissenschaft und Praxis herausgegeben von Dr. **Franz Baur,** Prof. der Forstwissenschaft an der Universität München. XIV. Jahrgang. 1892. 12 Hefte mit in Summa 40 Bogen bilden einen Jahrgang. Preis des Jahrgangs 14 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Druck von Fr. Stollberg in Merseburg.

Einundvierzigster Band. Sonderabdruck.

Journal

für

Landwirtschaft.

Im Auftrage der Kgl. Landw.-Gesellschaft zu Hannover

herausgegeben unter Beteiligung

der landwirtschaftlichen Institute Deutscher Hochschulen.

Unter Mitwirkung von

Dr. J. Esser,
Prof., Direktor
des Tierarznei-Instituts

Dr. F. Lehmann,
Prof., Direktor
der tierchem. Versuchsstation

Dr. B. Tollens,
Prof., Direktor
des agrik. Laboratoriums

zu Göttingen

redigiert von

Dr. G. Liebscher,
o. ö. Professor, Direktor des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Göttingen.

BERLIN.
VERLAG VON PAUL PAREY.
Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., 10 Hedemannstrasse.

1893.

Herrn Prof. Dr. Freiherr von der Goltz
mit vorzüglichster Hochachtung
u. Ehrerbietung übersandt.
vom Verf.

Tierphysiologische Untersuchungen.

Von

J. NEUMANN.

I.

Beitrag zur Kenntnis der Assimilation anorganischer Nährstoffe im Tierkörper.

Die bei dem Stoffwechsel des jugendlichen Organismus obwaltenden Verhältnisse bedingen seine rasche Vermehrung der Körpersubstanz gegenüber dem erwachsenen Tiere. Dieselbe tritt am deutlichsten in der Säuglingsperiode hervor. In keinem spätern Lebensabschnitt, selbst unter den für den Stoffansatz günstigsten Bedingungen, vermehrt das Tier schneller seine Körpersubstanz als im Säuglingsalter. Während volljährige Ochsen oder Schafe in der Mast das Lebendgewicht auf je 100 kg um 0.3 bis 0.4 kg vermehren, nehmen 100 kg Kalb in den ersten Lebenswochen um rund 2 kg pro Tag zu. Nach unserem Versuche, in welchem für den Stoffansatz ungünstige Verhältnisse vorlagen, vermehrten 100 kg Kalb in der fünften Lebenswoche das Körpergewicht noch um 1.5 kg. Wenn wir hierbei auch in Rücksicht ziehen müssen, dass der jugendliche Organismus wasserreicher ist als der erwachsene und demnach bei dem ersteren ein grösserer Teil der Körpergewichtszunahme auf Wasseransatz zurückzuführen ist als beim letzteren, — nach den Untersuchungen von Lawes uud Gilbert[1]) beträgt der Wassergehalt beim halbfetten Ochsen 51.5 %, beim fetten Ochsen 45.5 %, beim fetten Kalbe hingegen 63.0 % der gesamten Körpersubstanz — so ist die Körpergewichtszunahme des jugendlichen Tieres immerhin eine bedeutende und hauptsächlich auf starken Fleisch- und Fettansatz zurückzuführen. An der Vermehrung

[1]) Philos. Transactions 1859. T. II. S. 494.

der Körpersubstanz nehmen beim wachsenden Tiere die Mineralstoffe einen grösseren Anteil als beim volljährigen.

Fünf bis sechs Monate alte Ochsenkälber setzen täglich nach Wolff[1]) 16.85 g Kalk und 21.88 g Phosphorsäure an, ein sechs Wochen altes Stierkalb assimilierte nach unseren Versuchen pro Tag 11.77 g Kalk und 15.55 g Phosphorsäure; nach den von Soxhlet[2]) am Saugkalbe ausgeführten Stoffwechselversuchen setzt „ein etwa 2 bis 3 Wochen altes Durchschnittstier" von 50 kg Körpergewicht pro die im ganzen 33 g Mineralstoffe an. Es geht daraus hervor, dass der jugendliche Organismus ein relativ grösseres Bedürfnis nach verdaulichen Mineralstoffen im Futter zeigt als das volljährige Tier. Infolge des grössern Bedarfes an Mineralsubstanz wird dieselbe vom jugendlichen Organismus bei der Resorption im Verdauungstraktus auch besser ausgenutzt als vom erwachsenen. Denn während nach Forster[3]) das viermonatliche Kind 63.5 % Asche der Kuhmilch verwertet, werden nach Rubner[4]) vom erwachsenen Menschen nur 53.2 % resorbiert. Nach Soxhlet war die Ausnutzung der Milchasche beim Saugkalbe noch günstiger als beim Kinde, indem nur 2.6 % Asche unverdaut im Kot ausgeschieden wurden; nach unseren Versuchen kamen 82.2—84 % Asche zur Resorption und wurden 16.0—17.8 % in den Fäces ausgeschieden.

Unter den Bestandteilen der Asche sind Kalk und Phosphorsäure die für den Körperaufbau wichtigsten. Mit Rücksicht darauf wird vielfach der Gehalt des Futters an diesen beiden anorganischen Nährstoffen für nicht hinreichend angesehen und Beigaben derselben in Form von dreibasisch-phosphorsaurem Kalk, Knochenmehl, Kreide angewandt, indem man hierbei auf die Zufuhr des einen oder des anderen oder der beiden Nährstoffe zugleich Bedacht nimmt. Auf der einen Seite hat man von solchen Beigaben gar keinen, bisweilen sogar ungünstigen Einfluss, auf der anderen Seite sehr günstige Erfolge erzielt, wodurch die Notwendigkeit eines Zusatzes von kalk- und phosphorsäurehaltigen Substanzen dargethan sein soll. Dieses un-

[1]) Wolff, Ernährung der landw. Nutztiere S. 338.

[2]) Soxhlet, Erster Bericht über Arbeiten der k. k. landw. Versuchsstation in Wien von 1870—1877. S. 155.

[3]) Forster, Mitteilungen d. morph.-physiolog. Gesellschaft zu München 1878 vom 6. März No. 3.

[4]) Rubner, Zeitschrift für Biologie XV. 1879. S. 130.

gleiche Ergebnis erklärt sich jedoch, wenn man erwägt, dass bei einem Mangel der für den Aufbau der tierischen Zellen erforderlichen Mineralstoffe — Phosphorsäure finden wir in jeder lebenden Zelle — die Bildung von organischer Substanz gehemmt wird und der gesamte Lebensprozess darunter leiden muss. Unter dieser Voraussetzung wird ein Zuführen von mineralischen Nährstoffen unbedingt günstig wirken. Andererseits erscheint von vornherein eine übermässige Zufuhr der genannten Stoffe für den Organismus ein unnötiger Balast, welcher in keiner Weise dem Stoffwechsel dienlich ist. Es liegt nahe, dass eine solche vermehrte Zufuhr der Mineralsalze Einwirkungen auf die physiologischen Vorgänge, im besonderen den Stoffverbrauch des Organismus hervorzurufen vermag. Hinsichtlich verschiedener anorganischer Verbindungen, wie des Kochsalzes, Glaubersalzes, kohlensaurer Alkalien etc., ist ihre Einwirkung auf den Stoffverbrauch eingehend studiert und in den meisten Fällen bei erwachsenen Tieren eine Steigerung der Eiweisszersetzung nachgewiesen. Bei den Versuchen, welche die Assimilation der zum Futter gereichten Mineralstoffe Kalk und Phosphorsäure festzustellen bezweckten, ist auf die Beobachtung der Stoffzersetzung nicht Rücksicht genommen. Ich unternahm es daher, bei den Versuchen, welche ich über die Assimilation der beiden Mineralbestandteile Kalk und Phosphorsäure an der landw. Versuchsstation Göttingen auszuführen beabsichtigte, auch dieser Frage näher zu treten. Als Aufgabe stellte ich mir, dem noch im schnellen Wachstum befindlichen Tiere zu einem den Bedarf desselben an Mineralstoffen reichlich deckenden Futter die beiden anorganischen Nährstoffe Kalk und Phosphorsäure beizugeben und nicht nur ihre Assimilation, sondern auch die Wirkungen festzustellen, welche dieselben auf den Stoffverbrauch äussern würden. Gleichzeitig bot sich hierbei die Aussicht, weitere Beiträge über den Stoffwechsel des jungen Wiederkäuers zu liefern, wie solche seit Soxhlet's Untersuchungen nicht weiter vorliegen. Ich will deshalb stets auf die von dem genannten Autor angestellten Versuche bei der Darlegung meiner Resultate zurückgreifen und, wenn schon die eigenen Versuche unter anderen Ernährungsbedingungen angestellt wurden, die ersteren zum Vergleiche heranziehen.

Zu unseren Versuchen diente ein Stierkalb der niederländisch-norddeutschen Niederungsrasse, welches am 3. August

1892 geboren war. Ein anderes Kalb, welches gleichfalls zu Versuchszwecken aufgestellt werden sollte, eignete sich nicht hierfür, weil das Entleeren der Fäces nicht immer regelmässig von statten ging. Es wurden zwei Versuche ausgeführt, von denen der erstere jedoch nicht ganz wie beabsichtigt durchgeführt werden konnte, weil am Ende der zweiten Versuchsperiode eine Verdauungsstörung eintrat und ein Abbrechen des Versuches notwendig machte. Der Plan des ersten Versuches ging dahin, eine Periode lang die Assimilation von Kalk und Phosphorsäure bei gewöhnlichem Futter festzustellen, dann eine zweite folgen zu lassen, in welcher dem Futter Kalkphosphat zugesetzt wird, und den Versuch mit einer dritten Periode zu beschliessen, in welcher allein das übliche Futter gereicht wird. Wie bereits erwähnt, konnte der letzte Teil des Versuches nicht zur Ausführung kommen. Beim zweiten Versuch, welcher dem eben besprochenen analog verlaufen sollte, erfolgte eine Beigabe von kohlensaurem Kalk zur Futterration. Diese Mineralsubstanz wurde hauptsächlich aus dem Grunde gewählt, weil vielfach eine Beigabe von Kalk in Form von geschlemmter oder grob gestossener Kreide als für das Körperwachstum vollständig genügend angesehen wird und dem teureren Kalkphosphat vorzuziehen ist. Hierfür sprechen auch die Untersuchungen Soxhlet's, welcher in seinem Stoffwechselversuche das nahezu vollständige Zurückbleiben des mit der Nahrung verzehrten Kalkes im Körper — 97 % von der verzehrten Kalkmenge — feststellte. Der genannte Autor zog daher den Schluss, dass die Milch unserer Kultur-Rinderrassen an Kalk so verarmt sei, dass dieselbe dem Kalbe nur die gerade hinreichende Menge dieser für die Knochenbildung wichtigen Substanz gewähren könne. Soxhlet hält es daher für vorteilhaft, den Kälbern, so lange sie noch Milch erhalten, Kalk, am besten in Form von grob gestossener Kreide, zu verabreichen. In den beiden Versuchen wurde weiterhin die Zufuhr der Eiweisstoffe, sowie die Ausgabe der stickstoffhaltigen Substanzen in den sensiblen Ausscheidungen festgestellt, um die erforderlichen Anhaltspunkte für die Stoffaufnahme und den Stoffverbrauch zu gewinnen.

Als Futter wurde für das beim Beginn des ersten Versuches $5^1/_2$ Wochen alte Versuchskalb Magermilch verwendet, welche im Mittel 0,5 % Fett enthielt. Die Ernährung vollzog sich darnach unter Verhältnissen, welche vielfach in der landwirt-

schaftlichen Praxis zur Geltung kommen, im allgemeinen aber nicht als so günstige bezeichnet werden können wie die der Ernährung mit Vollmilch zu Grunde liegenden. Die physiologische Bedeutung des Milchfettes für das Körperwachstum und die Qualität des zu liefernden Produktes ist ohne Zweifel eine sehr günstige. Auf Vorschlag des Herrn Professor Lehmann, welcher die Frage über den Ersatz des Milchfettes durch tierische und pflanzliche Fette in neuer Zeit wieder anregte und zur Zeit bearbeitet, wurde anfänglich versucht, das durch die Entrahmung entzogene Milchfett durch ein anderes tierisches Fett zu ersetzen. Die eigenen Versuche beschränken sich ausschliesslich auf das Rindsnierenfett. Es gelang nach vielfach angestellten Vorversuchen, dasselbe durch Zusatz einer Seifenlösung und starkes Schütteln in der Magermilch zu emulgieren. Diese Manipulation ist eine Hauptbedingung für die günstige Wirkung der Ersatzmittel des Milchfettes, da wesentlich die feine Verteilung des Fettes in der Milch seine günstige Verdauungsfähigkeit bewirkt. Die auf eben beschriebene Weise entstandene Emulsion wurde von beiden mir zur Verfügung stehenden Kälbern sehr gut aufgenommen. Der Verdauungscoeffizient des Rindsnierenfettes war jedoch ein geringer, wie schon die makroskopische Besichtigung der Fäces kleine Partikelchen von Rindertalg deutlich erkennen liess. Durch direkten Nachweis der im Kot enthaltenen Fettmenge überzeugte ich mich von der ungünstigen Verdauungsfähigkeit des Rindsnierenfettes. Es mag der Grund darin liegen, dass dieses tierische Fett einen höhern Schmelzpunkt (41—50° C.) hat als das Butterfett und ein bei der Körpertemperatur nicht schmelzbares Fett in ungünstigem Masse resorbiert wird.

Das Versuchskalb befand sich zur Zeit der Versuche in einem hölzernen Zwangsstall, welcher dem in dem Respirationsapparat der Versuchsstation Göttingen [1 u. 2]) zu Futterausnutzungsversuchen gebräuchlichen nachkonstruirt war und die quantitative Bestimmung des produzierten Harns und Kotes gestattet. In diesem Zwangsstall konnte das Tier bequem auf einer gepolsterten Seegras-Matratze stehen und sich niederlegen; das Umdrehen wurde durch eine vorne am Halsgurt befestigte Kette, welche vom vorderen Teil des Zwangsstalles ausging, verhindert.

---

[1]) Henneberg, Neue Beiträge 1870. S. 72.
[2]) Kern, Journal f. Landw. 1883. S. 346.

Das Geschirr bestand aus einem mit Filz ausgelegten breiten Riemen, welcher längs des Rückens lief, vorne am Halsgurt angeschnallt und hinten durch ein leichtes zwischen die beiden Schenkel des Tieres führendes Band an dem Kautschuk-Harntrichter befestigt war. Von diesem letzteren gingen ein Riemen zum Halsgurt und zwei schmale Gurte zum Rückenriemen. Der Schlauch des Harntrichters ging durch eine Öffnung der Matratze und des Stallbodens und leitete den entleerten Harn in eine tarierte Flasche. Da die Menge des Harns eine sehr grosse war, wurden zwei Flaschen von je acht Liter Inhalt zum Aufsammeln gebraucht. Abends wurden regelmässig beide gewechselt. Die mit dem Tagharn angefüllte wurde verkorkt und ihr Inhalt am nächsten Morgen mit dem Nachtharn gemischt. Der Harntrichter wurde jeden Morgen vor Beginn des neuen Versuchstages mit gemessenen Wassermengen ausgespült. Es ist demzufolge von dem „gewogenen „Harn + Spülwasser" die gesammte Menge des eingespritzten Spülwassers in Abzug zu bringen, um den von den Tieren wirklich gelassenen Harn zu finden.

Die Fütterungszeiten waren 8 Uhr morgens, $12^1/_2$ Uhr mittags und 7 Uhr abends. Am Anfang und Ende einer jeden Versuchsperiode wurde das Kalb kurz vor der Frühfütterung gewogen. Die zur Nahrung verwandte Milch bestand aus Centrifugenmagermilch, welche von frisch ermolkener Morgenmilch herrührte. Dieselbe wurde, um den ursprünglich 0.2% betragenden Fettgehalt zu erhöhen, mit Vollmilch versetzt. Die für den ganzen Tag bestimmte Milchmenge wurde jeden Morgen geliefert und, nachdem eine Durchschnittsprobe zur Analyse entnommen war, bei niedriger Temperatur aufbewahrt. Die für die betreffende Mahlzeit erforderliche Milchmenge wurde nach dem Abwägen auf 35—38° C. erwärmt und in einem gewöhnlichen Tränkkübel verabreicht. Es blieb stets nur ein geringer Teil der gereichten Milch in dem Tränkbassin übrig, welcher bei der Berechnung der verzehrten Milchmenge berücksichtigt wurde dadurch, dass man das Gefäss mit dem Rückstand nochmals wog. In den Versuchsperioden, in welchen Mineralstoffe zur Nahrung beigegeben wurden, wurde die Milchmenge jeder Mahlzeit in drei Portionen verabfolgt. In die erste wurde der phosphorsaure bezw. kohlensaure Kalk hineingethan und nachdem dieselbe so vollständig wie möglich ausgeleckt war, kam die zweite und nach deren Aufnahme die dritte Portion an die Reihe.

Auf diese Weise war es möglich, die Mineralsubstanzen vollständig zur Aufnahme zu bringen. Der Kontrolle halber wurde an mehreren Versuchstageu der Gehalt des geringen Rückstandes, welcher mit destilliertem Wasser aus dem Tränkgefäss ausgespült wurde, an Kalk und Phosphorsäure bestimmt. Während die Phosphorsäure kaum nachweisbar erschien, belief sich in dem Kalkversuch die zurückgebliebene Kalkmenge auf 0.02 bis 0.03 g.

Die Kotaufsammlung geschah durch direktes Auffangen in einer tarierten Porzellanschale. Versuche, die Fäces in einem Blechkasten zu sammeln, welcher sich im hinteren Teil des Zwangsstalles befand, misslangen vollständig. Sodann versuchte ich mittelst eines Kotbeutels wie bei Schafen die festen Exkremente zu sammeln. Doch stellte sich dies bald als überflüssig heraus, da die Beoabachtung Soxhlet's auch in unseren Versuchen zu Tage trat, dass die Kälber, wenn sie pünktlich gefüttert werden, mit grosser Regelmässigkeit die Fäces entleeren und zwar gewöhnlich nicht öfter als einmal täglich. In dem ersten Versuch fand die Kotausscheidung selten auch zweimal statt, während im Kalkversuch dieselbe stets einmal und zwar Morgens vor der Frühfütterung vor sich ging. Während des ersten Versuches wurde an dem Geschirr ein nach meinen Angaben konstruierter Kotbeutel angebracht, welcher jedoch nur einmal zur Benutzung gelangte und zwar am Morgen des 15. September. Während das Versuchskalb in allen Fällen erst bei unserem Eintritt in den für sich abgeschlossen und still liegenden Versuchsstall munter wurde, sich erhob und bald darauf eine starke Harnausscheidung und schliesslich das Entleeren der Fäces stattfand, war an dem genannten Morgen dasselbe bereits aufgestanden und hatte die festen Exkremente in den Kotbeutel entleert. Als Grund wurde irgend eine von aussen kommende Ruhestörung angesehen, welche das Tier zum vorzeitigen Aufstehen gebracht hatte. Der Kotbeutel hatte in diesem Falle gut funktioniert, es war möglich, den entleerten Kot möglichst vollständig mit einem Messer heraus zubringen und den letzten Rest vermittelst einer destilliertes Wasser enthaltenden Spritzflasche zu entfernen. Das Spülwasser wurde in einer Porzellanschale eingedampft und der lufttrockne Rückstand zu dem übrigen Kot hinzugethan. Wenn auch diese Art des Kotaufsammelns nur als Notbehelf betrachtet werden muss, der

breiigen Beschaffenheit der Fäces wegen, so hatte sich der Kotbeutel in diesem Falle doch brauchbar erwiesen. Die Beschreibung desselben folgt in aller Kürze. Von der bei Schafen üblichen Form eines in die Länge gehenden Leinwandsackes wurde Abstand genommen und ein mehr in die Breite gehender Beutel konstruiert, welcher aus geöltem und mit Firniss überzogenen Segeltuche bestand. Die Höhe und Breite des Beutels betrug etwa 16 cm. An die beiden Wände des Beutels schlossen sich zwei weiche Klappen an, von denen die obere mit einer Öffnung für den Schwanz des Tieres versehen war und durch zwei kurze Riemen an dem Rückenband befestigt wurde. Die untere Klappe lief spitz zu und zog sich durch die beiden Schenkel hindurch bis fast an den Harntrichter, mit welchem dieselbe durch eine Schnalle verbunden werden konnte. Zwischen oberer Klappe und dem entsprechenden Teile des Beutels befand sich ein Stahlreifen, dessen Spannung das enge Aneinanderschliessen der beiden Beutelwände verhinderte. Der Kotbeutel, welcher durch seine Befestigung das Tier nicht belästigte, wurde nur während der Nacht in Anwendung gebracht. Als beim zweiten Versuch die Kotentleerung ganz regelmässig morgens eintrat, liess ich denselben auch für die Nacht weg.

Die zeitliche Einteilung der Versuchstage war in allen Perioden genau die gleiche, und es verteilen sich die Arbeiten im Stall, das Füttern sowie die Aufsammlung der Ausscheidungsprodukte folgendermassen:

$7^3/_4$ Uhr morgens: Auffangen des Kotes, Abspritzen des Harntrichters in die unterstehende Harnflasche.

8 Uhr morgens: Anfang des neuen Versuchstages, Wägung des Versuchstieres am Anfang und Ende einer jeden Periode, Frühfütterung, $^1/_3$ der gesamten Tagesration, Wägung des Inhaltes der Kot- und Harngefässe.

$12^1/_2$ Uhr mittags: Füttern, zweites Drittel der Tagesration.

7 Uhr abends: letztes Füttern. Kontrollieren des Geschirrsitzes. Umwechseln der Harnflaschen. In der Regel wurde noch zur Überwachung der Versuche vormittags zwischen 10 und 11 Uhr, nachmittags 4 Uhr eine Besichtigung des Versuchsstalles vorgenommen. Störungen sind niemals während der Versuche eingetreten; das Versuchskalb befand sich stets ruhend im Zwangsstall.

Untersuchungsmethoden.

Über die angewandten analytischen Methoden, von welchen die in der Versuchsstation Göttingen bereits durchgeführten für unsere Versuche angenommen wurden, ist in Kürze folgendes mitzuteilen;

1. Milch. Die Trockensubstanz wurde dadurch ermittelt, dass 10 g Milch in einer Platinschale mit Bimsstein bis zur Trockne verdampft und bei 100° C. bis zur Konstanz des Gewichtes getrocknet wurden.

Der Fettgehalt der Milch wurde durch das Laktokritverfahren[1]) bestimmt und zwar unter Anwendung der Milchsäure als Lösungsmittel für die Proteïnstoffe der Milch.

Der Stickstoff wurde nach Kjeldahl's Methode ermittelt und Proteïn durch Multiplikation mit dem Faktor 6.25 berechnet.

Bei der Aschenbestimmung der Milch wurde nach Fleischmann's Vorschrift verfahren. Zur Ermittelung der näheren Bestandteile der Asche wurden äquivalente Mengen in einer Platinschale periodenweise eingetrocknet und in der Muffel verascht. Kalk wurde als oxalsaurer Kalk gefällt, teils als kohlensaurer Kalk, teils als Calciumoxyd bestimmt. Die Phosphorsäure wurde nach der Molybdänmethode ermittelt.

Der Milchzucker wurde aus der Differenz berechnet.

2. Harn. Das zu den Analysen benutzte Material war stets der mit Spülwasser gemischte Harn aus den Sammelflaschen. Die Menge des ersteren, aus destilliertem Wasser bestehend, stellte sich in allen Fällen auf 225 g, welcher Betrag von dem als „Harn + Spülwasser" gewogenen Tagesquantum in Abzug zu bringen ist. Die analytischen Proben wurden abgemessen; zur Reduktion auf Gewichtsverhältnisse diente das specifische Gewicht, welches durch die Westphal'sche Wage bestimmt wurde. Stickstoff, Asche und nähere Bestandteile der Asche wurden nach den bei der Milch angegebenen Methoden ausgeführt. Zur Bestimmung des Kalk- und Phosphorsäuregehaltes in der Asche wurden für einzelne Perioden aliquote Anteile, den täglichen Gesamtmengen entsprechend, zur Analyse ver-

[1]) F. Nilson. Deutsche Molkereizeitung 1892. No. 23. S. 330 u. f. Das Laktokrit im Vergleich mit einigen anderen Methoden zur Bestimmung des Fettgehalts.

wendet; in den meisten Fällen erfolgte jedoch täglich die Bestimmung des Kalk- und Phosphorsäuregehaltes im Harn.

3. Kot. Die Bestandteile des Kotes wurden periodenweise ermittelt. Zwischen den eigentlichen Versuchsperioden wurden zwei Übergangstage eingeschaltet. Die Trockensubstanzbestimmung wurde durch Trocknen der täglich entleerten Fäces im Luftbade von circa 90° C. ausgeführt. Da sich hierbei nach den Versuchen Soxhlet's Ammoniak verflüchtiget, wurde dem Kot eine Weinsäurelösung hinzugesetzt, welche 3 Grammen Weinsäure für den Tag entsprach. Es scheint hiernach, wie die Untersuchungen von Henneberg und Stohmann[1]) und Pfeiffer[2]) ergeben haben, der Kot der Wiederkäuer allein beim Eintrocknen keinen Stickstoffverlust zu erleiden. In den menschlichen Fäces wurde von Forster, Camerer und Saltet[3]) ein Stickstoffdefizit beim Eintrocknen festgestellt, welches nach dem letztgenannten Autor 2—15 % des Kotstickstoffes betragen kann. Der lufttrockne Kot wurde durch eine eiserne Schrotmühle zerkleinert und die Trockensubstanz des so gewonnenen Materials dadurch bestimmt, dass 5 g bei 105° C. im Wasserstoffstrom getrocknet wurden. Daraus berechnet sich dann die Menge des absolut trocknen Kotes. Das zerkleinerte Material wurde dann für die analytischen Untersuchungen fertig gemacht, indem es so lange auf einer Dreef'schen Mühle[4]) zerrieben wurde, bis alles durch die Maschen eines Milimetersiebes ging. Diese Manipulation erfordert einige Zeit, und wurde dadurch der Wassergehalt des lufttrocknen Kotes infolge seiner hygroskopischen Eigenschaft derart beeinflusst, dass der analysenfertige 0.12—0.36 %, im Mittel 0.24 % mehr Feuchtigkeit enthielt. Stickstoff, Asche und nähere Bestandteile der Asche wurden wie vorhin angegeben, das Rohfett durch Ätherextraktion bestimmt.

Mit Ausnahme der Trockensubstanz- und Aschenbestimmungen der Milch in dem Kalkversuch sind alle Analysen wenigstens doppelt ausgeführt; bei nicht genügender Übereinstimmung fand stets eine Kontrollebestimmung statt.

---

[1]) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. II. S. 376.

[2]) Zeitschrift für physiologische Chemie 11. S. 7.

[3]) Archiv für Hygiene III. S. 450.

[4]) Bieler und Schneidemühl. Die agrikulturchemische Versuchsstation Halle a. S. S. 11.

Litteratur.

Aus der Litteratur liegen mehrere Angaben über die Assimilation des phosphorsauren Kalkes vor, während die Assimilation des kohlensauren Kalkes noch nicht untersucht ist.

Unter Hinweis auf die grosse Bedeutung der mineralischen Nährstoffe, insbesondere des Kalkes, der Magnesia und der Phosphorsäure, für den noch im Wachstum begriffenen tierischen Körper stellte zuerst J. Lehmann [1]) einen Versuch an, welcher darthun sollte, ob Erdphosphate, in der Form eines feinen Pulvers dem Futter beigegeben, von dem jungen tierischen Organismus verdaut und assimiliert werden. Zu diesem Zweck stellte Lehmann ein ziemlich fünf Monate altes, 297 Zollpfund schweres Ochsenkalb als Versuchstier auf, welches in seiner täglichen Futtermischung, bestehend aus 1 Pfd. gequetschter Gerste, 1 Pfd. Rapskuchenmehl, 4 Pfd. Timotheheu und 20 Pfd. Molken, 24.5 g Kalk, 12.2 g Magnesia und 39.2 g Phosphorsäure erhielt. Zunächst sammelte Lehmann an zwei aufeinanderfolgenden Tagen Harn und Fäces des Tieres behufs Feststellung ihres Gehaltes an Erdphosphaten und setzte dann am dritten und vierten Versuchstage zu der früheren Futtermischung täglich 12.8 g Erdphosphate zu, welche aus geglühten Knochen durch Ausziehen mittelst Salzsäure und Niederschlagen mit Ammoniak hergestellt waren. Das Versuchsergebnis war folgendes: Ohne Zusatz von Erdphosphaten nahm das Kalb in zweimal 24 Stunden 49.1 g Kalk, 24.5 g Magnesia und 78.3 g Phosphorsäure auf und schied durch Harn und Fäces 28.3 g Kalk, 22.8 g Magnesia und 42.1 g Phosphorsäure aus. Die Differenz zwischen Ein- und Ausfuhr war demnach für Kalk 20.7 g, für Magnesia 1.7 g und für Phosphorsäure 36.3 g. Als Erdphosphate der täglichen Futtermischung zugesetzt wurden, hatte das Kalb 57.6 g Kalk, 24.6 g Magnesia und 89.3 g Phosphorsäure aufgenommen und an denselben Tagen 30.9 g Kalk, 22.8 g Magnesia und 47.3 g Phosphorsäure verausgabt. Die assimilierten Mengen betrugen in diesem Falle 26.8 g Kalk, 1.7 g Magnesia und 41.9 g Phosphorsäure. Lehmann zog daraus den Schluss, dass von den dem Futter beigegebenen Erdphosphaten 6 g Kalk, 0.02 g Magnesia und 5.8 g Phosphorsäure verdaut und assimiliert wurden, dass von den Mineralstoffen

[1]) Landw. Versuchsst. I. S. 79.

am meisten der Kalk, im Verhältnis aber weniger die Phosphorsäure zum Ansatz gelangte, während die Magnesia fast vollständig unverdaut mit den festen Exkrementen aus dem Körper wieder ausgeschieden wurde. Lehmann hält durch diese Untersuchungen den Beweis für die Assimilation des phosphorsauren Kalkes für erbracht und betont gleichzeitig, dass die quantitative Aufnahme der mineralischen Nährstoffe keine willkürliche sei, sondern jedenfalls durch den ganzen Stoffwechsel des Tieres geregelt werde, da diese drei anorganischen Nährstoffe in ganz anderen quantitativen Verhältnissen, als dieselben verabreicht wurden, zur Assimilation gelangten. Die Lehmann'sche Versuchsanstellung ist jedoch nicht so einwandfrei, um als unbedingt beweisend für die von ihm gezogene Schlussfolgerung hingestellt werden zu können. Die Versuchsperiode von zwei Tagen erscheint für den voluminöse Nahrung verzehrenden Wiederkäuer zu kurz, um sichere Schlüsse über die in Frage kommenden Stoffwechselvorgänge ziehen zu können. Die Menge der sensiblen Ausscheidungsprodukte unterliegt an den einzelnen Versuchstagen trotz gleichmässiger Aufnahme der Nahrung mehr oder minder grossen Differenzen, so dass die Lehmann'schen Zahlen, welche noch ziemlich gleichmässig erscheinen, kein absolut sicheres Mittel für die durchschnittlich entleerten täglichen Harn- und Fäcesmengen abzugeben vermögen. Die Harnmenge schwankte während der beiden Versuchsperioden zwischen 3935 g und 4656 g; die Fäces wogen an den ersten beiden Tagen zusammen 9300 g, in der zweiten Versuchsperiode 10050 g. Sodann liess Lehmann die zweite Periode unmittelbar der ersten folgen, so dass, weil die am dritten und vierten Tage gesammelten Ausscheidungsprodukte keinen genauen Aufschluss gegenüber den an denselben Tagen aufgenommen Nahrungsstoffen geben können, bei einem derartigen Verfahren ohne weiteres ein Defizit von Erdphosphaten in der zweiten Periode vorauszusehen war. Nach dem später zu besprechenden Weiske'schen Assimilationsversuch erreichten die Ausscheidungen des Kalkes und der Phosphorsäure am dritten, beziehungsweise vierten Tage der Phosphatfütterung ihr Maximum, so dass dieselben auch von diesem Zeitpunkt an erst in Rechnung gezogen werden dürfen. Mit Zugrundelegung der Lehmann'schen Angaben betragen die absoluten Mengen der ausgeschiedenen Mineralstoffe ohne Zugabe von Erdphosphaten 28.3 g Kalk und 42.1 g Phos-

phorsäure, mit Zugabe von Erdphosphaten 30.9 g Kalk und 47.3 g Phosphorsäure; in 100 Gewichtsteilen der ausgeschiedenen Mineralbestandteile fanden sich hingegen ohne Beifütterung von Erdphosphaten 0.305 g Kalk und 0.243 g Phosphorsäure, mit Beifütterung von Erdphosphaten 0.307 g Kalk und 0.246 g Phosphorsäure. Die prozentisch ausgeschiedenen Kalk- und Phosphorsäuremengen verhalten sich hiernach annähernd gleich, und das in der zweiten Periode entstehende Plus an ausgeschiedenen Mineralstoffen ist aus den grösseren Harn- und Fäcesmengen hervorgegangen. Regelmässig ist jedoch bei allen Versuchen, in welchen wachsenden Tieren Erdphosphate gereicht wurden, nicht allein die absolute Menge der ausgeschiedenen Mineralbestandteile, sondern auch deren prozentische vermehrt, so dass in diesem Falle in den zwei Tagen der Phosphatfütterung eine merkliche Erhöhung der Mineralstoffausscheidung noch nicht stattgefunden hatte und das Maximum derselben noch nicht erreicht war.

Wir können auch nicht unbedingt dem von Lehmann gezogenen Schluss beipflichten, dass von den Erdphosphaten „am meisten der Kalk, im Verhältnis aber weniger die Phosphorsäure“ assimiliert wurde. Betrachten wir die im Harn und Fäces entleerten Kalk- und Phosphorsäuremengen gesondert, so erhalten wir über die Verdaulichkeit der Mineralbestandteile folgendes Bild:

		Kalk	Phosphorsäure
I. Periode	Einnahme	49.06 g	78.33 g
	Ausgabe in den Fäces	28.32 „	30.03 „
	Verdaut.	20.74 g	48.30 g
II. Periode	Einnahme	57.63 g	89.26 g
	Ausgabe in den Fäces	30.86 „	32,02 „
	Verdaut.	26.77 g	57.24 g

Von den durch das Präparat beigefügten 8.57 g Kalk wurden demzufolge 6.03 g oder 70%, von den verabreichten 10.93 g Phosphorsäure hingegen 8.94 g oder 82% verdaut. Die in den Kreislauf der tierischen Säfte übergegangene Phosphorsäure wird als überschüssiger Stoff baldigst durch den Harn entfernt, während der verdaute Kalk wieder in den Darmkanal zurückkehren muss, welcher für diesen Mineralstoff, „die Funktionen der Niere“ übernimmt. Es ist hieraus erklärlich, dass, da diese beiden Stoffwechselvorgänge nicht gleichzeitig

mit einander vor sich gehen, das Verhältnis bei der Kürze der von Lehmann angewandten Versuchszeit ein ungleiches wird und in diesem Falle zu Ungunsten der schnell durch den Harn entfernten Phosphorsäure ausfiel.

Einen zweiten Versuch über die Assimilation der dem Futter beigemengten Erdphosphate hat von Gohren [1]) ausgeführt; gleichzeitig suchte er die Frage zu beantworten, ob ein Zusatz von Knochenerde zum Futter einen Einfluss auf eine grössere Vermehrung des Lebendgewichtes ausübe, worauf noch im letzten Teil dieser Abhandlung zurückzukommen ist. Gohren benutzte zu Versuchszwecken ein 3 Monate altes Widderlamm, welches sieben Tage lang als Futterration 630 g Heu und hierauf sieben Tage lang noch einen täglichen Zusatz von 10 g Kalkphosphat erhielt, welche 3.33 g Kalk, 0,03 g Magnesia und 4.25 g Phosphorsäure enthielten. Gohren sammelte die festen und flüssigen Ausscheidungen des Versuchstieres, bestimmte deren Gehalt an den in Frage kommenden Mineralstoffen und nahm die Differenz zwischen ein- und ausgeführten Mineralstoffen als assimiliert an. Das Versuchstier brachte in der ersten Periode täglich 0.05 g Kalk, 0.16 g Magnesia und 0.23 g Pposphorsäure, in der zweiten Periode hingegen 1.183 g Kalk, 0.275 g Magnesia und 1.821 g Phosphorsäure zum Ansatz, so dass in letzterem Falle 1.13 g Kalk, 0.11 g Magnesia und 1.59 g Phosphorsäure mehr assimiliert wurden. Gohren hält daher die mineralischen Nährstoffe Kalk, Magnesia und Phosphorsäure im jungen tierischen Organismus, wenn sie in höchst feiner Verteilung dem Futter zugesetzt werden, für verdauungsfähig. Gegen die Gohren'sche Versuchsanstellung ist ebenso wie bei der Lehmann'schen der Einwand erhoben, dass bereits an den ersten Tagen, an welchen die Beigabe von Kalkphosphat stattgfunden hat, Harn und Fäces in Rechnung gestellt wurden, so dass auch hier ohnehin bei der zweiten Versuchsperiode ein Defizit von Erdphosphaten sich einstellen musste. Die assimilierten Mineralstoffmengen der zweiten Periode erscheinen jedoch im Verhälltnis zu den in der ersten Periode zum Ansatz gelangten sehr beträchtlich, und selbst wenn für die beiden ersten Versuchstage der letzten Periode der Zusatz von Erdphosphaten garnicht in Rücksicht gezogen wird, würde der

[1]) Landw. Vers.-Stat. II. S. 161.

im Körper zurückgehaltene Teil der Mineralstoffe ein grösserer sein, als der in der ersten Periode im Organismus verbleibende.

Vergleichen wir die absoluten Mengen der assimilierten Mineralstoffe in dem Gohren'schen Versuch mit anderen unter gleichen Umständen gewonnenen, so ist allerdiugs hervorzuheben, dass die in der ersten Periode ermittelten Werte viel zu gering ausfallen, während diejenigen der zweiten Periode den andernorts gefundenen Resultaten entsprechen; so betrug die täglich im Körper verbleibende und angesetzte Phosphorsäure nach Hohenheimer Versuchen [1]) bei zwei etwa 8 Monate alten Hammeln, welche ebenfalls ausschliesslich mit Wiesenheu gefüttert wurden, 1.40 bezw. 1.49 g und nach den von Hofmeister [2]) in Dresden ausgeführten Untersuchungen bei 3 Monate alten Lämmern 1.65 bezw. 1.93 g, während Gohren in seinem Assimilationsversuch bei ebenfalls 3 Monate zählenden Widderlämmern in der ersten Periode nur 0.23 g Phosphorsäure als täglichen Ansatz fand. Erst in der zweiten Periode, als 10 g Knochenmehl verabreicht wurden, erreicht der letztere die in den Hohenheimer und Hofmeisterschen Versuchen ermittelte Höhe und macht 1.59 g aus. Auf die Zusammensetzung des von Gohren verfütterten Heus darf dieser Umstand nicht zurückgeführt werden, da sein Gehalt an Kalk (14.9 %) und Phosphorsäure (6.7 %) als ein hoher bezeichnet werden muss und die absolute Menge der in 630 g Heu enthaltenen Mineralbestandteile den Bedarf schon in reichlichem Masse zu decken vermag.

Was die täglichen Schwankungen in Harn und Fäcesmengen anbetrifft, so waren dieselben auch in diesem Versuche beträchtliche. Der Harn schwankte in der ersten Versuchsperiode zwischen 59 und 204 g, in der zweiten zwischen 101 und 263 g, die festen Exkremente zeigten während des Versuchs Abweichungen, welche zwischen 368 g und 604 g lagen, im allgemeinen jedoch nur geringe waren. Die durchschnittlich täglich entleerten Fäcesmengen verhalten sich in beiden Versuchsperioden annähernd gleich und betragen in der ersten 484 g, in der zweiten Periode 480 g, während die tägliche Harnabsonderung von 138 g in der ersten auf 205 g in der zweiten Versuchsperiode steigt. Der vermehrten Harnausscheidung ging

[1]) Landw. Jahrb. II, 1873. S. 244.
[2]) Landw. Vers.-Stat. XVI. S. 126.

naturgemäss eine vermehrte Wasseraufnahme voraus. Der Wasserkonsum stieg von 607 g der ersten Periode auf 671 g der zweiten Periode. Gohren erörtert nicht näher, worauf der vermehrte Wasserkonsum der Phosphatperiode zurückzuführen ist. Eine besonders erhöhte Temperatur und dadurch bedingte stärkere Transspiration des Versuchstieres kann denselben allein nicht herbeigeführt haben, weil die täglichen Temperaturschwankungen nach Gohren's Angabe in engen Grenzen lagen und sich zwischen 16—20° C. bewegten. Die in der zweiten Periode mehr aufgenommenen Wassermengen erscheinen vielmehr vollständig im Harn wieder, so dass die vermehrte Harnausscheidung der Einwirkung des phosphorsauren Kalkes zuzuschreiben ist, indem die Ausscheidung von Salzen in der Phosphatperiode eine stärkere und auf diese Weise mehr Harn zur Absonderung gebracht wurde; die absolute Menge der ausgeschiedenen Phosphorsäure beträgt in der ersten Periode 0.532 g, in der Phosphatperiode hingegen 0.941 g oder procentisch ausgedrückt, in der ersten Periode 0.054 % und in der Phosphatperiode 0.066 %. Dieselbe Wirkung des phosphorsauren Kalkes hatte sich auch in dem Lehmann'schen Versuche geltend gemacht, indem die Harnmenge der ersten Periode 8024 g, in der Phosphatperiode 9162 g betrug, und auch in dem von Hofmeister in Dresden über die Verdaulichkeit des phosphorsauren Kalkes ausgeführten Versuche ist der indirekte Beweis für eine vermehrte Harnabsonderung dadurch erbracht, dass stets diejenige Abteilung den grössten Wasserkonsum aufwies, welche Phosphate als Beigabe zum üblichen Futter erhielt.

Hofmeister[1]) führte den eben erwähnten Versuch im Anschluss an eine Untersuchung aus, welche darlegen sollte, ob der zum Futter gereichte phosphorsaure Kalk an sich einen bestimmten Nähreffekt bei der Aufzucht junger Tiere hinsichtlich der Fleischproduktion äussere.

Hofmeister untersuchte in seinem Versuche von den sensiblen Ausscheidungsprodukten allein die Fäces auf Kalk- und Phosphorsäuregehalt und nahm die Differenz zwischen den im Futter gereichten Kalk- und Phophorsäurequantitäten und den in den festen Exkrementen ausgeschiedenen als verdaut an. Da bekanntlich der Harn der Schafe bei rein vegetabilischer

[1]) Landw. Ver.-Stat. XVI. S. 126.

Nahrung nur ganz geringe Mengen von Phosphorsäure und Kalk enthält, so geben die von Hofmeister gefundenen Zahlen uns gleichzeitig einen annähernd genauen Anhaltspunkt für den im Körper erfolgten Ansatz der beiden Mineralstoffe in den Versuchsperioden, in welchen kein Zusatz von Kalkphosphat zum Futter erfolgte. Findet ein solcher statt, so beobachten wir eine grössere Phosphatsäureausscheidung im Harm und auch der Kalkgehalt desselben nimmt zu, so dass die von Hofmeister als verdaut angegebenen Mengen für die Phosphatperioden um einiges höher sind als die wirklich zum Ansatz gelangten.

Hofmeister hatte zwei Abteilungen, von denen jede 3 Hammellämmer umfasste, aufgestellt. Beim ersten Versuch erhielt Abteilung I neben der Futterration, bestehend aus 3 Pfund Heu und 6 Pfund Kartoffeln, sechs Gramme präzipitierten phosphorsauren Kalk, während Abteilung II dasselbe Futter ohne Kalkphosphat erhielt. An sechs Tagen wurde von beiden Abteilungen der Darmkot gesammelt und auf Kalk- und Phosphorsäuregehalt untersucht. Bei dieser Abteilung rührt der verdauliche Anteil von der Phosphorsäure und dem Kalk des Heus und der Kartoffeln her, in der Abteilung I ist gleichzeitig noch der verdaute Teil des beigefütterten phosphorsauren Kalkes enthalten. Das Plus an verdauter Phosphorsäure und verdautem Kalk, welches sich in der Abteilung I gegenüber der Abteilung II ergiebt, wird vom Versuchsansteller auf die im phosphorsauren Kalk verdaulich gewordenen Mengen bezogen. Im zweiten Versuche erhielt Abteilung II neben der täglichen Futterration bestehend aus 3 Pfund Heu und 9 Pfund Kartoffeln, 9 Gramme Kalkphosphat. An 4 Versuchstagen wurden wiederum die festen Exkremente gesammelt und ihr Gehalt an Phosphorsäure und Kalk bestimmt. Die Berechnung der Verdauungsfähigkeit des phosphorsauren Kalkes fand umgekehrt wie beim ersten Versuch statt, da jetzt Abteilung II Phosphate erhielt und der verdauliche Teil des Kalkphosphates durch Abzug der in der Abteilung I verdauten Mengen Kalk und Phosphorsäure von den in der Abteilung II festgestellten, ermittelt werden musste. Die täglich im Futter enthaltenen Mengen[1]) von Kalk und Phosphorsäure

[1]) Bemerkung: Die von Hofmeister S. 171 angegebenen Kalk- und Phosphorsäurequantitäten des Futters erscheinen für den ersten Versuch nicht ganz korrekt, weil er seine Berechnung auf die auf S. 135 ermittelten Zahlen stützt, diese aber das Mittel aus zwei verschiedenen Fütterungsperioden sind.

betragen, wenn wir der Berechnung die oben angegebenen Futterrationen und die aus den analytischen Belegen Hofmeister's abgeleiteten Zahlen zu Grunde legen, im ersten Versuch:

für Abt. I 19.54 g P_2O_5 24.06 g CaO
für Abt. II 17.01 „ „ 22.08 „ „

im zweiten Versuch:

für Abt. I 14.14 „ „ 11.72 „ „
für Abt. II 18.62 „ „ 15.85 „ „

Beim ersten Versuch berechnen sich demzufolge die Quantitäten von Kalk und Phosphorsäure im gewöhnlichen Futter pro Tag und Stück auf 5.67 g Phosphorsäure und 7.36 g Kalk, beim zweiten Versuch auf 4.71 g Phosphorsäure und 3.91 g Kalk. Die tägliche Ein- und Ausfuhr, sowie der verdaute Anteil der Mineralstoffe gestaltet sich nun mit Berücksichtigung der Korrekturzahlen folgendermassen:

a) im ersten Versuch

Abteilung I (mit Phosphaten):

aufgenommen	19.54 g P_2O_5	24.06 g CaO
ausgeschieden in den Fäces	10.35 „ „	12.50 „ „
verdaut	9.19 g P_2O_5	11.56 g CaO
pro Stück	3.06 „ „	3.85 „ „

Abteilung II (ohne Phosphate);

aufgenommen	17.01 g P_2O_5	22.08 g CaO
ausgeschieden in den Fäces	12.05 „ „	11.75 „ „
verdaut	4.96 g P_2O_5	10.33 g CaO
pro Stück	1.65 „ „	3.44 „ „

b) im zweiten Versuch:

Abteilung I (ohne Phosphate):

aufgenommen	14.14 g P_2O_5	11.72 g CaO
ausgeschieden in den Fäces	8.35 „ „	9.30 „ „
verdaut	5.79 g P_2O_5	2.42 g CaO
pro Stück	1.93 „ „	0.81 „ „

Abteilung II (mit Phosphaten):

aufgenommen	18.62 g P_2O_5	15.85 g CaO
ausgeschieden in den Fäces	11.10 „ „	10.85 „ „
verdaut	7.52 g P_2O_5	5.00 g CaO
pro Stück	2.51 „ „	1.67 „ „

Nach Hofmeister ergiebt sich weiterhin aus der Differenz der Phosphorsäure- und Kalkmengen, welche die mit und ohne Präparat gefütterten Tiere verdauten, wie viel von den im phosphorsauren Kalk enthaltenen Mineralbestandteilen verdaulich ist.

Im ersten Versuch verdaute:

Abteilung I	9.19 g P_2O_5	11.56 g CaO
Abteilung II	4.96 „ „	10.33 „ „
In der Phosphatabt. mehr verdaut .	4.23 g P_2O_5	1.23 g CaO

Im zweiten Versuch verdaute:

Abteilung II	7.52 g P_2O_5	5.00 g CaO
Abteilung I	5.79 „ „	2.42 „ „
In der Phosphatabt. mehr verdaut .	1.73 g P_2O_5	2.58 g CaO

Hofmeister kommt aus seinen Untersuchungen zu dem Resultat, dass die Verdaulichkeit des präzipitierten phosphorsauren Kalkes bei Lämmern im allgemeinen als erwiesen angesehen werden könne. Da die Versuchsanstellung Hofmeister's von der Voraussetzung ausgeht, dass beide Abteilungen die Phosphorsäure und den Kalk der Futtermittel in gleichem Massstabe verdauen und der phosphorsaure Kalk ohne jeglichen Einfluss auf die Verdaulichkeit der Phosphate des Futters bleibt, so erscheint dieselbe aus diesen Gründen nicht vollkommen einwandfrei. Jedoch stimmen die verdauten Mengen der Mineralstoffe in den beiden Abteilungen, insofern dieselben ohne Beigabe von Phosphaten gefüttert werden, mit andernorts ermittelten Zahlen und die verdauten Phosphorsäuremengen auch untereinander überein, so dass sich in der That ein allgemein zu fassendes Urteil über die Verdaulichkeit des phosphorsauren Kalkes abgeben lässt. Wenn die korrespondierenden Abteilungen der beiden Versuche näher ins Auge gefasst werden, so ist die Verdaulichkeit des Kalkes in dem ersten Versuche eine bei weitem günstigere als in dem zwei Monate später angestellten zweiten Versuche. Während dort pro Tag und Stück 3.85 bezw. 3.44 g Kalk verdaut werden, sind hier nur 0.81 bezw. 1.67 g verdauungsfähig. Der Grund kann einerseits in der geringen Kalkzufuhr des zweiten Versuches liegen, welche rund die Hälfte des ersten ausmacht; andererseits nimmt der Bedarf des Tieres an Kalksalzen mit dem Vorschreiten im Lebensstadium und der weiteren Vollendung des Knochengerüstes ab.

Einen anderen Versuch stellte Hofmeister[1]) über die Verdaulichkeit des Superphosphates bei zwei zweijährigen Hammeln an, welche 15 Tage lang als tägliches Futter 3 Pfund Heu und 6 Pfund Kartoffeln erhielten. Es folgte dann eine

[1]) Landw. Versuchsst. XVI. S. 175.

Periode, in welcher die Versuchstiere innerhalb 17 Tagen neben dem täglichen Futter, welches auf 3 Pfund Heu und 8 Pfund Kartoffeln gesteigert werden musste, da in der ersten Periode ein Zurückgehen des Lebendgewichtes stattfand, eine Zulage von 10 Grammen durch Schwefelsäure aufgeschlossener Knochenerde erhielten. Nach der zweiten Versuchsperiode erfolgte während 18 Tagen eine weitere Erhöhung der Superphosphatgabe auf 20 g. Um die Ausscheidungen von Kalk und Phosphorsäure zu ermitteln, sammelte Hofmeister während der letzten 6 bezw. 4 Tage der Versuchsperioden durch Anlegen von Kotbeuteln die festen Exkremente und bestimmte ihren Kalk- und Phosphorsäuregehalt an den beiden letzten Tagen des Versuchsabschnittes. Die tägliche Aufnahme und Ausgabe und die verdauten Mengen des Kalkes und der Phosphorsäure betragen:

in der I. Versuchsperiode (ohne Phosphatfütterung):

aufgenommen	16.95 g P_2O_5	22.29 g CaO
ausgeschieden in den Fäces	9.60 „ „	12.70 „ „
verdaut	7.35 g P_2O_5	9.59 g CaO
pro Stück	3.67 „ „	4.79 „ „

in der II. Versuchsperiode (10 g Superphosphat):

aufgenommen	22.39 g P_2O_5	27.26 g CaO
ausgeschieden in den Fäces	13.00 „ „	15.55 „ „
verdaut	9.39 g P_2O_5	11.71 g CaO
pro Stück	4.69 „ „	5.85 „ „

in der III. Versuchsperiode (20 g Superphosphat):

aufgenommen	26.37 g P_2O_5	32.34 g CaO
ausgeschieden in den Fäces	16.50 „ „	16.15 „ „
verdaut	9.87 g P_2O_5	16.19 g CaO
pro Stück	4.93 „ „	8.09 „ „

Fassen wir die Resultate Hofmeister's näher ins Auge, so scheinen bei der Versuchsanstellung Nebenumstände obgewaltet zu haben, welche das Endergebnis in ungünstiger Weise zu beeinflussen vermochten. Die absolute Menge des verdauten Kalkes und der verdauten Phosphorsäure ist schon ohne Beifütterung von Superphosphat eine ungewöhnlich grosse. Sie beträgt, wie oben berechnet, pro Tag und Stück 4.79 g Kalk und 3.67 g Phosphorsäure. Da der Harn ziemlich ausgewachsener Schafe bei rein vegetabilischer Nahrung nur Spuren von Phosphorsäure und äusserst wenig Kalk enthält und demzufolge der verdaute Anteil der Mineralstoffe zugleich den im

Körper verbleibenden darstellt, so hat aller Wahrscheinlichkeit nach ein Fehler in der Versuchsausführung vorgelegen. Unmöglich konnten im Körper der Versuchstiere 4.79 g Kalk und 3.67 g Phosphorsäure zurückgeblieben sein, da nach den bisherigen Beobachtungen selbst bei noch im raschen Wachstum befindlichen Schafen weit weniger von diesen Mineralstoffen zum Ansatz gelangt; nach den Untersuchungen, welche Weiske[1]) über die Assimilation der Mineralbestandteile auch bei zweijährigen Hammeln anstellte, brachte Hammel I 0.56 g Kalk und 0.05 g Phosphorsäure und Hammel II 0.57 g Kalk und 0.04 g Phosphorsäure täglich zum Ansatz. Bezüglich der Versuchsanstellung Hofmeister's ist einmal einzuwenden, dass die Untersuchung der Fäces an nur zwei Tagen als nicht hinreichend bezeichnet werden muss, um den ermittelten Gehalt an Mineralstoffen bei der Berechnung der ganzen Periode zu Grunde zu legen. Andererseits muss auch der Umstand hervorgehoben werden, dass die Versuchstiere in der ersten Periode ein Futter erhielten, welches sie nicht vollständig im Körpergleichgewicht zu erhalten vermochte, da die beiden Hammel in 14 Tagen 1.5 Pfund an Lebendgewicht verloren. Der Ernährungsprozess vollzog sich also unter abnormen Verhältnissen, und musste der Stoffwechsel notwendigerweise sich anders gestalten als unter den gewöhnlichen Bedingungen.

Der letzte Versuch über Assimilation des phosphorsauren Kalkes wurde von Weiske und Wildt[2]) an der Versuchsstation Proskau ausgeführt. Zwei 5 bis 6 Monate alte Ochsenkälber wurden 7 Tage lang mit einer täglichen Futtermischung, bestehend aus 900 g Heu, 1000 g Spreu, 1000 g Hafer, 1250 g Schrotgemisch und 3000 g Rüben, ernährt. Dieser Periode schloss sich eine 9 Tage dauernde an, in welcher 12 g phosphorsaures Calcium dem Futter zugesetzt wurden. Während dieser 16tägigen Versuchsdauer wurden die von jedem Tiere innerhalb 24 Stunden entleerten flüssigen und festen Ausscheidungen gesammelt, gewogen und deren Kalk- und Phosphorsäuregehalt an jedem einzelnen Tage bestimmt, um auf diese Weise einen besseren Überblick über die während der ganzen Versuchszeit erfolgte tägliche Ausscheidung von Kalk und Phosphorsäure zu gewinnen. Die tägliche Assimilation

[1]) Landw. Jahrb. 1880. S. 290.
[2]) Journal f. Landw. 1873. S. 139.

der beiden Mineralstoffe gestaltete sich für die beiden Versuchstiere folgendermassen:

I. Periode (ohne Kalkphosphat):

	Tier I.		Tier II.	
	CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5
aufgenommen	26.69 g	32.72 g	31.42 g	34.18 g
ausgeschieden	13.12 „	14.36 „	14.30 „	11.93 „
assimiliert	13.57 g	18.36 g	17.12 g	22.25 g

II. Periode (mit Kalkphosphat):

	Tier I.		Tier II.	
	CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5
aufgenommen	33.13 g	37.93 g	37.86 g	39 39 g
ausgeschieden	16.50 „	16.33 „	21.07 „	17.61 „
assimiliert	16.63 g	21.60 g	16.79 g	21.78 g

Es ergab sich hieraus bei Tier I durch die Zugabe von Erdphosphaten eine Vergrösserung der Assimilation um ca. 50 % des Zusatzes, während dieselbe bei Tier II wirkungslos blieb. Weiske führt dies Resultat teils auf Individualität zurück, teils darauf, dass Tier II infolge seiner grösseren Futterkonsumption auch eine grössere Menge verdaulicher Erdphosphate aufnahm und aus diesen seinen vollen Bedarf an verdaulichen Mineralstoffen decken konnte.

Ich wende mich nun zu den eigenen Versuchen und werde zunächst die Assimilation des phosphorsauren und kohlensauren Kalkes erörtern, um im letzten Teil der Abhandlung den Einfluss der beiden Mineralsubstanzen auf die Körpergewichtszunahme und den Stoffwechsel des wachsenden Tieres näher zu beleuchten.

Die Assimilation des phosphorsauren Kalkes.

Versuch I.

Das Versuchskalb war bei Beginn des Versuches $5^1/_2$ Wochen alt und hatte ein Lebendgewicht von 65.63 kg. Als Futter wurden täglich 15 kg Magermilch verabreicht, welchen in der zweiten Versuchsperiode 12 g eines Kalkphosphatpräparates zugesetzt wurden, welches von der Firma Fack & Lehmann, Leipzig in den Handel gebracht und vielfach in der landwirtschaftlichen Praxis verwandt wird. Dasselbe enthielt 33.33 % P_2O_5 und 40.18 % CaO. Um eventuellen Verdauungsstörungen durch eine zu grosse Kalkphosphatgabe vorzubeugen, wurden an den beiden ersten Tagen der II. Periode 6 bezw. 9 g des

Präparates gereicht. Diese Tage sind im folgenden mit Übergang II. Periode bezeichnet. Die erste Periode dauerte 5 Tage. Die zweite Periode, welche mit Einschluss von 2 Übergangstagen 7 Tage lang gemacht werden sollte, musste, wie schon früher bemerkt, am 6. Tage unterbrochen werden, da Verdauungsstörung eintrat, was bei der Abendfütterung des 20. September Unregelmässigkeiten in der Milchkonsumption zur Folge hatte. Das Veruchstier erhielt in den 15 kg Milch folgende Nährstoffquantitäten:

Wasser	13872 g
Trockensubstanz	1380 „
Proteïn	459 „
Fett	58 „
Milchzucker	745 „
Asche	118 „
Kalk	25 „
Phosphorsäure	30 „

Das Nährstoffverhältnis beträgt rund 1 : 2, wenn man bei den stickstofffreien Bestandteilen das Fett mit seinem Stärkemehl-Äquivalent zu dem Milchzucker hinzurechnet. Das dem Nahrungsbedürfnis entsprechende Milchquantum wurde dadurch ermittelt, dass an 2 Tagen vor dem Versuche dem Kalbe die Aufnahme der Milch ad libitum gestattet wurde. Schon Soxhlet hatte festgestelt, dass innerhalb 4 Tagen die Menge der von den Kälbern verzehrten Milch nur unbedeutenden Schwankungen unterliegt, wenn die Milch in annähernd gleichen Portionen verabreicht, die Fütterungszeiten genau eingehalten wurden und die Temperatur der Milch die richtige war. Soxhlet's Versuchskalb A II, welches ungefähr dasselbe Alter hatte wie das zu unsern Versuchen verwandte, verzehrte durchschnittlich pro Tag: 1067 g Trockensubstanz, darin 244 Proteïn, 257 g Fett, 489 g Milchzucker, 68 g Asche, 17 g Kalk und 19 g Phosphorsäure. Während bei unserer Fütterung die Porteïnstoffe und der Milchzucker vorherrschen und das Fett sehr beträchtlich zurücktritt, ist bei Soxhlet's Untersuchungen das Umgekehrte der Fall. Was die Mineralstoffe der Milch anlangt, welche so gut wie absolut verdaulich sind und unter Umständen fast vollständig zum Ansatz gelangen können, so müssen wir diese in unserem Versuche als vollkommen den Bedarf deckend bezeichnen. Dieselben übertreffen die dem Soxhlet'schen Kalbe gereichten fast ums doppelte.

Die an den einzelnen Versuchstagen verabreichten Milchmengen waren in Grammen folgende:

		Morgens	Mittags	Abends	Summa
I. Periode.	10./IX.	4875	5068	5277	15 220
	11./IX.	5029	4984	5217	15 230
	12./IX.	5298	5229	4708	15 235
	13./IX.	5087	5114	5040	15 241
	14./IX.	5102	5064	5258	15 424
Übergang II. Periode.	15./IX.	5100	5162	4975	15 237
	16./IX.	5015	5045	5166	15 226
II. Periode.	17./IX.	5092	5054	5085	15 231
	18./IX.	5045	5112	5085	15 242
	19./IX.	5068	4889	5270	15 227
	20./IX.	5018	5043	3718	13 779
	21./IX.	5081	5097	5055	15 233
	22./IX.	5011	5097	5270	15 378
	23./IX.	5280	5225	4900	15 405
	24./IX.	5077	5032	5223	15 332

In der I. Periode wurden 76.350 kg oder für den Tag 15.270 kg, in der II. Periode 76.163 kg oder für den Tag 15.233 kg Milch verabreicht.

Der Kalk- und Phosphorsäuregehalt der Milch wurde periodenweise ermittelt. Da die täglich gereichten Milchmengen sich gleich blieben, wurden in der I. Periode (vom 10./IX. bis 14./IX.) je 100 ccm, in der II. (vom 15./IX. bis 19./IX.) je 50 ccm. pro Tag in Platinschalen eingedampft und verascht. Zur Analyse wurden verwandt:

den	10./IX.	100 ccm =	103.30 g
„	11./IX.	100 „ =	103.31 „
„	12./IX.	100 „ =	103.31 „
„	13./IX.	100 „ =	103.33 „
„	14./IX.	100 „ =	103,27 „
			516.52 g Milch,

welche 0.1613 % CaO und 0.1995 % P_2O_5 enthielten.

In der II. Periode wurden verascht:

den	15./IX.	50 ccm =	51.635 g
„	16./IX.	50 „ =	51.630 „
„	17./IX.	50 „ =	51.720 „
„	18./IX.	50 „ =	51.670 „
„	19./IX.	50 „ =	51.675 „
„	20./IX.	50 „ =	51.670 „
			310.000 g Milch,

welche 0.1600 % CaO und 0.1991 % P_2O_5 enthielt.

Die an den einzelnen Versuchstagen entleerten flüssigen und festen Exkremente waren in Grammen folgende:

1. Harn:

	a) Harn + Spülwasser.	b) Harn.
10./IX.	11 415	11 190
11./IX.	11 349	11 124
12./IX.	11 943	11 718
13./IX.	12 025	11 800
14./IX.	11 933	11 708
15./IX.	11 442	11 217
16./IX.	12 516	12 291
17./IX.	10 572	10 347
18./IX.	11 766	11 541
19./IX.	12 576	12 351
20./IX.	10 148	9 923
21./IX.	9 982	9 757
22./IX.	11 833	11 608
23./IX.	12 014	11 789
24./IX.	12 173	11 948

2. Fäces:

	I. Periode:				II. Periode:		
	frisch	lufttrock.	trock.		frisch	lufttrock.	trock.
10./IX.	379.07	84.67		15./IX.	297.62	74.90	129.918
11./IX.	390.02	101.42		16./IX.	278.05	73.68	
12./IX.	477.00	107.82	412.936	17./IX.	310.53	75.81	
13./IX.	344.31	88.95		18./IX.	325.71	78.16	216.901
14./IX.	331.00	83.05		19./IX.	304.00	88.08	
Summa:	1921.40	465.91	412.936	Summa:	1515.91	390.63	346.819

Von dem entleerten Harn wurden in der ersten Periode täglich 200 ccm in einer Platinschale eingedampft und der aufgesammelte Rückstand der 5 Versuchstage zusammen verascht und auf Kalk und Phosphorsäure untersucht. In der II. Periode fand regelmässig an jedem einzelnen Tage die Bestimmung statt, um auf diese Weise einen besseren Überblick über das Ansteigen der täglich entleerten Kalk- und Phosphorsäurequantitäten zu erhalten. — In der I. Periode wurden eingedampft:

den	11./IX.	201.22 g
„	12./IX.	201.32 „
„	13./IX.	201.40 „
„	14./IX.	201.42 „
		805.36 g Harn,

welcher keinen Kalk und 0.1151 % P_2O_5 enthielt.

In dem täglich entleerten Harn gelangten weiterhin zur Ausscheidung:

	Kalk		Phosphorsäure	
	in 1000 g	Gesamtmenge	in 100 g	Gesamtmenge
15./IX.	fehlt	fehlt	0.1339	15.321
16./IX.	0.0109	0.1364	0.1238	15.508
17./IX.	0.0114	0.1205	0 1525	16.121
18./IX.	0.0278	0.3271	0.1469	17.283
19 /IX.	0.0119	0.1500	0.1359	17.090
20./IX.	0.0170	0.1725	0.1518	15.404
21./IX.	0.0119	0.1188	0.1628	16.251
22./IX.	0.0109	0.1290	0.1189	14.068
23./IX.	0.0059	0.0788	0.1209	14.525
24./IX.	Spuren	Spuren	0.1114	13.560

Der Gehalt der Fäces an Asche und deren Bestandteile Kalk und Phosphorsäure wurde periodenweise bestimmt:

	% Asche	Gesamtmenge
I. Periode	24.35	100.55 g
Übergang II. Periode	30.36	39.44 „
II. Periode	29.32	63.60 „

In den Fäces waren folgende Mengen von Kalk und Phosphorsäure enthalten:

	Kalk		Phosphorsäure	
	%	Gesamtmenge	%	Gesamtmenge
I. Periode	15.573	64.307 g	1.701	7.023 g
Übergang II. Periode	22.100	28.712 „	2.239	2.909 „
II. Periode	22.924	49.722 „	2.155	4.673 „

Hieraus berechnen sich die durchschnittlich für den Tag im Kot ausgeschiedenen Quantitäten:

	Kalk	Phosphorsäure
	g	g
I. Periode	12.861	1.405
Übergang II. Periode	14.356	1.454
II. Periode	16.574	1.558

Wenn wir jetzt die in den einzelnen Perioden durch Harn und Fäces erhaltenen Zahlen zusammenzählen, um die Summe der ausgeschiedenen Kalk- und Phosphorsäurequantitäten zu erhalten, so ergeben sich folgende Werte:

	Kalk	Phosphorsäure
	g	g
I. Periode	64.307	74.546
Übergang II. Periode	28.848	33.738
II. Periode	50.320	55.167

Unter Berücksichtigung der eben gefundenen Zahlen gestaltet sich die Assimilation der beiden Mineralstoffe für die einzelnen Perioden wie folgt:

I. Periode:		
aufgenommen	123.153 g CaO	152.318 g P_2O_5
ausgeschieden	64.307 „ „	74.546 „ „
assimiliert	58.85 g CaO	77.77 g P_2O_5
für den Tag	11.77 „ „	15.55 „ „
Übergang II. Periode:		
aufgenommen	54.768 g CaO	65.651 g P_2O_5
ausgeschieden . . .	28.848 „ „	33.738 „ „
assimiliert	25.920 g CaO	31.913 g P_2O_5
für den Tag	12.96 „ „	15.96 „ „
II. Periode:		
aufgenommen	87.585 g CaO	102.988 g P_2O_5
ausgeschieden . . .	50.320 „ „	55.167 „ „
assimiliert	37.265 g CaO	47.821 g P_2O_5
für den Tag	12.42 „ „	15.94 „ „

Die durch das Futter aufgenommenen und in Harn und Fäces ausgeschiedenen Mengen von Kalk und Phosphorsäure betragen für den Tag:

a) Kalk:

	i. d. I. Periode	Übergang II. Periode	II. Periode
aufgenommen	24.63 g	27.38 g	29.19 g
ausgeschieden . . .	12.86 „	14.42 „	16.77 „
assimiliert	11.77 g	12.96 g	12.42 g

b) Phosphorsäure:

aufgenommen . . .	30.46 g	32.83 g	34.33 g
ausgeschieden . . .	14.91 „	16.87 „	18.39 „
assimiliert	15.55 g	15.96 g	15.94 g

Bevor wir zur Feststellung der Versuchsresultate übergehen, muss die Frage erledigt werden, ob der an den Versuchstagen gesammelte Kot auch der an diesen Tagen aufgenommenen Nahrung entspricht. Beim Fleischfresser ist im Gegensatz zu dem Pflanzenfresser nach Voit's Untersuchungen die Verdauung und Resorption, wenigstens zum weitaus grössten Teil, in 24 Stunden vollendet. Der Natur der Nahrung gemäss, welche das Kalb verzehrt, ist man zu der Annahme berechtigt, dass dasselbe hierin dem Fleischfresser gleichkommt und die Zeit der Verdauung, so lange es ausschliesslich Milch verzehrt, eine verhältnissmäsig kurze ist. Da die Ausscheidung der festen

Exkremente regelmässig täglich fast zu derselben Zeit geschieht, so ist auch unter normalen Verhältnissen ein längeres Ansammeln des Kotes im Darmkanal nicht annehmbar, so dass die entleerten Ausscheidungsprodukte der Nahrung des vorhergehenden Tages entsprechen. Der besseren Orientierung wegen und um die in Harn und Fäces ausgeschiedenen Stoffe mit den in der Nahrung aufgenommenen in Beziehung zu setzen, sind in beiden Versuchen Harn und Fäces zu denjenigen Tagen gestellt, zu welchen sie der Natur der Sache nach gehören, z. B. sind die am 11./IX. morgens ausgeschiedenen Fäces unter dem 10./IX. aufgeführt etc. Was die zu der Milch verabreichten Mineralstoffe anlangt, so dürfen wir annehmen, dass dieselben, soweit überhaupt verdaulich, zusammen mit der Milch zur Resorption gelangen und auch die Ausscheidung der überschüssigen Mineralstoffe schneller von statten gehen muss, wie bei dem zu seinem Verdauungsprozess mehrere Tage in Anspruch nehmenden volljährigen Wiederkäuer. Diese Erwägungen lassen eine kürzere Versuchsdauer, eine Versuchsdauer von 3 bis 5 Tagen mit Ausschluss der Übergangstage für unsere Zwecke vollkommen ausreichend erscheinen. Wir erhalten ein naturgetreues Bild von der Assimilation der Nährstoffe in den beiden Perioden, wenn wir mit Nichtberücksichtigung der beiden Übergangstage die erste der zweiten Periode gegenüberstellen. Es erübrigt hierbei noch festzustellen, wie viel von dem gereichten Kalkphosphat in der Übergangsperiode bereits zur Ausscheidung gelangt ist. Wenn wir die durchschnittlich für den Tag ausgeführten Kalk- und Phosphorsäurequantitäten der Berechnung zu Grunde legen, so sind in der Übergangsperiode 1.56 g CaO und 1.96 g P_2O_5 mehr ausgegeben als in der I. Periode, während im Mittel der beiden Übergangstage 3.01 g Kalk und 2.5 g Phosphorsäure durch das Kalkphosphat mehr aufgenommen wurden als in der I. Periode. Vom Kalk erscheinen also 50%, von der Phosphorsäure 78% der Einnahme bereits in den Ausscheidungen des Versuchstieres wieder. Verfolgen wir weiter die Phosphorsäureausscheidung im Harn, so ergeben sich in der I. Periode als tägliche absolute Menge 13.50 g. Am ersten Tage der Phosphatfütterung steigt dieselbe auf 15.32, am zweiten auf 15.51 g, im Durchschnitt auf 15.4 g P_2O_5. In der Übergangsperiode sind also täglich 1.9 g P_2O_5 mehr durch den Harn entfernt als in der I. Periode. Wir ersehen beim Vergleiche dieser

Zahl mit der oben für die Gesamtmenge der ausgeschiedenen Phosphorsäure (1.96) angegebenen, dass die Phosphorsäure des Präparates zum grössten Teil verdaut, in den Kreislauf der tierischen Säfte übergetreten und als überschüssiger Stoff durch den Harn entfernt worden ist.

Wenden wir uns nun zu der Bahn, welche die Phosphorsäure im Organismus durchläuft. In der ersten Periode nahm das Tier täglich im Futter 30.464 g P_2O_5 auf und entleerte durch die Fäces 1.405 g oder 4.6 %, durch den Harn 13.505 g oder 44.3 %. Die zum Ansatz gelangte Phosphorsäure betrug 15.555 g oder 51.1 % der vereinnahmten. Es ist ersichtlich, dass die Phosphorsäure wie wohl sämtliche Bestandteile der Milchasche von dem jugendlichen Organismus fast vollkommen verdaut und derjenige Teil, welcher nicht zum Ansatz gelangt, durch die Funktion der Niere wieder aus dem Körper entfernt wird. Ziehen wir vergleichsweise die von Soxhlet [1]) für Einnahme und Ausgabe der Phosphorsäure ermittelten Zahlen heran, so berechnen sich folgende Werte:

		aufgenommen	im Kot		im Harn		assimiliert	
		g P_2O_5	g	%	g	%	g	%
Versuchskalb	A I	15.78	0.20	1.3	4.14	26.2	11.44	72.5
„	A II	19.17	0.24	1.3	6.00	31.3	11.87	67.4
„	B I	24.97	0.23	0.9	6.14	24.6	18.60	74.5
„	B II	25.34	0.27	1.1	6.26	25.8	18.81	74.2
„	C	20.27	0.17	0.8	5.15	26.2	14.95	73.8

Die Phosphorsäure wird hiernach noch vollständiger durch den Darmkanal resorbiert — bis auf 0.8 % — als in unserem Versuche, was sich wohl auf die in den Soxhlet'schen Versuchen relativ weniger verabreichten Phosphorsäurenmengen und den grösseren Bedarf der Soxhlet'schen Kälber an diesem Mineralbestandteil zurückführen lässt. Aus dem ersteren Grunde berechnen sich in den Soxhlet'schen Versuchen die Prozentzahlen für die im Harn ausgeschiedenen Phosphorsäuremengen niedriger und die im Körper zum Ansatz gelangten höher als in unserem Versuche.

Wie gestaltet sich nun der Kreislauf der Phosphorsäure in der II. Periode, in welcher täglich 12 g phosphorsaurer Kalk, welche 4 g P_2O_5 enthielten, zur Milch zugesetzt wurden? Im Futter wurden täglich 30.330 g, aus dem Kalkphosphat 4 g, im

[1]) a. a. O. S. 149.

ganzen 34.33 g Phosphorsäure verabreicht. Die tägliche Ausscheidung belief sich im Kot auf 1.558 g oder 4.5 %, im Harn auf 16.831 g oder 49 % der vereinnahmten Phosphorsäure. Assimiliert wurden demnach 15.94 g oder 46.5 %. Die in den Fäces täglich ausgeschiedene Phosphorsäuremenge ist, absolut sowohl wie prozentisch,um ein weniges höher als in der I. Periode, mit anderen Worten fast sämtliche Phosphorsäure des Präparates war zur Resorptione gelangt. In der II. Periode wurden pro Tag 0.385 g P_2O_5 mehr assimiliert als in der I. Periode. Die zum Ansatz gelangten Phosphorsäuremengen weichen demgemäss in beiden Perioden wenig von einander ab, und wir ersehen, dass die Phosphorsäurequantität, welche das Versuchskalb durch das Präparat zugeführt erhalten hatte, fast vollständig im Harn wieder erscheint. An dieser Stelle mag gleich auf den Phosphorsäuregehalt des Harns etwas näher eingegangen werden. Während bei ausschliesslich vegetabilischer Nahrung sich im Harn nur äusserst geringe Spuren vorfinden, beobachten wir beim Wiederkäuer, so lange er Milch verzehrt, die Phosphorsäure zum grössten Teil im Harn ausgeschieden. Im folgenden sind aus mehreren mit Kälbern angestellten Versuchen die täglich im Harn entleerten Mengen von Phosphorsäure unter Berücksichtigung der Nahrung aufgeführt:

	Futter		aufgenommen g	ausgeschieden i. Harn g	%
eigener Versuch . . .	Milch		30.46	13.51	44.3
desgleichen	Milch		34.04	17.65	51.8
Soxhlet's Versuche . . (Mittel von 5 Versuchen)	Milch		21.11	5.54	26.2
Lehmann's Versuch . .	Gerste, Heu, Molken Rapskuchen		39.17	6.02	15.4
Weiske'scher Versuch .	Heu, Spreu, Hafer, Schrot, Rüben . . .	Tier I	32.72	1.46	4.5
		Tier II	34.18	0.68	2.0
Vers. v. Boussingault	Wiesenheu		—	Spuren	0

Die Phosphorsäure nimmt im Harn ab, je mehr die vegetabilische Nahrung vorzuherrschen beginnt. Lehmann's Kalb, welches noch 20 Pfund Molken erhielt, nimmt hierin eine Übergangsstellung ein.

Gehen wir jetzt zu der Assimilation des Kalkes über. Im Futter verzehrte das Versuchskalb in der 1. Periode täglich 24.63 g CaO und schied durch Harn keinen und durch die Fäces 12.86 g CaO oder 52.2 % des zugeführten Kalkes aus,

assimilierte darnach 11.77 g oder 47.8%, während wir die Verdaulichkeit des in der Milch enthaltenen Kalkes, wie bereits früher erwähnt, als vollständig annehmmen können. Sehr belangreich sind hierfür die von Soxhlet[1]) gefundenen Zahlen, welche ich hiermit anschliessen will:

		aufgenommen	im Harn		im Kot		assimiliert	
		g	g	%	g	%	g	%
Versuchskalb	A I	12.52	—	—	0.62	5.0	11.90[2])	95.0
„	A II	16.71	—	—	0.91	5.4	15.80	94.6
„	B I	18.92	0.04	0.2	0.23	1.2	18.65	98.6
„	B II	19.13	0.10	0.5	0.28	1.5	18.75	98.0
„	C	15.79	0.09	0.6	0.19	1.2	15.51	98.2

In der II. Versuchsperiode nahm das Kalb täglich 24.37 g CaO aus der Milch und 4.82 g aus dem Kalkphosphat, in Summa 29.19 g Kalk auf und entleerte im Harn 0.20 g, in den Fäces 16.57 g, im ganzen 16.77 g Kalk. Die Menge des assimilierten Kalkes beträgt 12.42 g, oder es wurden in dieser Periode 0.65 g Kalk mehr zum Ansatz gebracht als in der ersten. Im Harn der I. Periode fehlte der Kalk vollständig Als die Phosphatfütterung begann, kam der Kalk am 2. Tage derselben im Harn zur Ausscheidung und betrug in Summa 0.136 g. Das Maximum während der Phosphatfütterung bezifferte sich auf 0.327 g Kalk, immerhin ein ganz geringer Prozentsatz von der im ganzen ausgeschiedenen Kalkmenge. Denselben Vorgang beobachten Weiske und Wildt in ihrem Assimilationsversuch bei ausschliesslich vegetabilischer Nahrung. Während in der I. Periode der Kalk vollständig fehlte oder in unwägbaren Spuren vorhanden war, trat in der II. Versuchsperiode (Fütterung mit Zusatz von phosphorsaurem Kalk) am zweiten Tage der Kalk in bestimmbaren Mengen auf und betrug bei Tier I 0.139 g und bei Tier II 0.109 g. Wenn Lehmann in seinem früher besprochenen Assimilationsversuch bei einem Ochsenkalb in der Phosphatperiode keine Kalkausscheidung im Harn feststellen konnte, so lag dies wohl daran, dass die Untersuchung des Harns in der Phosphatperiode sich nur auf zwei Tage erstreckte.

Fassen wir nunmehr kurz das Ergebniss des I. Versuches zusammen, so ist in derjenigen Periode, in welcher phosphor-

[1]) a. a. O. S. 149.

[2]) In der Soxhlet'schen Berechnung sind irrtümlicherweise 12.93 g aufgeführt.

saurer Kalk zur Milch gereicht wurde, ein geringer Teil der beiden Mineralbestandteile Kalk und Phosphorsäure und zwar vorwiegend der erstere mehr zum Ansatz gelangt als in derjenigen Periode, in welchemasd Versuchstier allein Milch erhielt.

Die Assimilation des kohlensauren Kalkes.

Versuch II.

Das Versuchskalb war bei Beginn des Versuches 8 Wochen alt und hatte ein Lebendgewicht von 80.87 kg erreicht. Das Futter bestand aus 16 kg Magermilch, welche im Mittel 0.55 % Fett enthielt. Die I. Periode umfasst, einschliesslich dreier Vorfütterungstage einen Zeitraum von 6 Tagen. Nach 2 Tagen Übergangszeit erfolgt in der II. Periode eine tägliche Beigabe von 7.5 g $CaCO_3$, dessen Kalkgehalt 54.23 % beträgt. Die täglich im Kalkpräparat gereichte Kalkmenge betrug demnach 4.07 g und entspricht, wie in unserem Versuchsplan beabsichtigt, annähernd der beim Kalkphosphatversuch gegebenen Kalkmenge. Die II. Periode dauerte 5 Tage. An diese schloss sich mit zwei Übergangstagen die III. Periode an, welche ebenfalls 5 Tage währte und in welcher das Futter wie in der ersten Periode aus 16 kg Milch bestand. Die Übergangstage sind im folgenden mit Übergang II. Periode und Übergang III. Periode bezeichnet.

Die an den einzelnen Versuchstagen verzehrten Milchmengen waren in Grammen folgende:

		Morgens	Mittags	Abends	Summa
Vorfütterung	25./IX.	4993	5220	5831	16 044
	26./IX.	5240	5345	5440	16 025
	27./IX.	5372	5355	5320	16 047
. . Periode	28./IX.	5260	5355	5443	16 058
	29./IX.	5350	5395	5315	16 060
	30./IX.	5455	5550	5045	16 050
Übergang II. Periode	1./X.	5335	5500	5215	16 050
	2./X.	5106	5251	5706	16 063
II. Periode	3./X.	5480	5600	4965	16 045
	4./X.	5530	5027	5495	16 052
	5./X.	5442	5235	5485	16 162
	6./X.	5585	5385	5180	16 150
	7./X.	5466	4965	5720	16 151
Übergang III. Periode	8./X.	5647	5375	5130	16 152
	9./X.	5580	5320	5250	16 150

		Morgens	Mittags	Abends	Summa
III. Periode	10./X.	5502	5215	5447	16 164
	11./X.	5517	5257	5376	16 150
	12./X.	5516	5512	5127	16 155
	13./X.	5505	5387	5258	16 150
	14./X.	5685	5312	5155	16 152

Die durchschnittlich täglich verabreichte Milchmenge beträgt in der I. Periode 16.056 kg, dem Übergang II. Periode 16.057 kg, der II. Periode 16.112 kg, dem Übergang III. Periode 16.151 kg und der III. Periode 16.154 kg.

Der Kalk- und Phosphorsäuregehalt der Milch wurde einerseits für Übergang II. Periode und II. Periode zusammen und andererseits für I. Periode, Übergang III. Periode und III. Periode zusammen ermittelt. An jedem Versuchstage wurden 50 ccm zur Analyse verwandt.

Es wurden verascht:

den	28./IX.	51.615 g
„	29./IX.	51.660 „
„	30./IX.	51.700 „
„	8./X.	51.690 „
„	9./X.	51.685 „
„	10./X.	51.700 „
„	11./X.	51.670 „
„	12./X.	51.680 „
„	13./X.	51.720 „
„	14./X.	51.695 „
		516.815 g Milch,

welche 0.1635 % CaO und 0.2120 % P_2O_5 aufwies.

Ferner wurden verascht:

den	1./X.	51.715 g
„	2./X.	51.645 „
„	3./X.	51.695 „
„	4./X.	51.640 „
„	5./X.	51.680 „
„	6./X.	51.685 „
„	7./X.	51.665 „
		361.725 g Milch,

welche 0.1610 % CaO und 0.2109 % P_2O_5 enthielt.

Die an den einzelnen Versuchstagen ausgeschiedenen Harn- und Fäcesmengen waren in Grammen folgende:

1. Harn:

	a) Harn + Spülwasser	b) Harn
25./IX.	12 719	12 494
26./IX.	12 539	12 314

	a) Harn + Spülwasser	b) Harn
27./IX.	12 209	11 984
28./IX.	12 419	12 194
29./IX.	12 714	12 489
30./IX.	12 607	12 382
1./X.	11 956	11 731
2./X.	12 832	12 607
3./X.	12 339	12 114
4./X.	12 882	12 657
5./X.	12 363	12 138
6./X.	12 698	12 473
7./X.	12 472	12 247
8./X.	12 745	12 520
9./X.	12 897	12 672
10./X.	12 460	12 235
11./X.	12 428	12 203
12./X.	12 775	12 550
13./X.	12 662	12 437
14./X.	12 182	11 957

2. Fäces:

I. Periode:

	frisch	lufttrocken	trocken
28./IX.	158.50	46.47	
29./IX.	264.49	83.38	192.561
30./IX.	286.38	83.81	
Summa	709.37	213.66	192.561
für den Tag	—	—	64.187

Übergang II. Periode:

	frisch	lufttrocken	trocken
1./X.	191.56	63.69	128.716
2./X.	233.09	78.31	
Summa	424.65	142.00	128.716
für den Tag	—	—	64.358

II. Periode:

	frisch	lufttrocken	trocken
3./X.	204.14	68.42	
4./X.	240.15	77.85	
5./X.	248.96	76.25	341.695
6./X.	243.13	74.50	
7./X.	239.42	76.52	
Summa	1175.80	373.54	341.695
für den Tag	—	—	68.339

Übergang III. Periode:

	frisch	lufttrocken	trocken
8./X.	273.73	86.20	135.025
9./X.	180.24	61.66	
Summa	453.97	147.86	135.025
für den Tag	—	—	67 512

III. Periode:

	frisch	lufttrocken	trocken
10./X.	292.55	82.61	
11./X.	271.10	80.80	
12./X.	232.86	69.72	324.293
13./X.	197.15	59.05	
14./X.	197.53	60.85	
Summa	1191.19	353.03	324.293
für den Tag	—	—	64.859

Bezüglich der täglich ausgeschiedenen Fäcesmengen ist darauf hinzuweisen, dass dieselben in allen Perioden annähernd gleich sind und in der II. Periode etwas höher ausfallen infolge des beigefütterten kohlensauren Kalkes, welcher zum grössten Teil in den festen Exkrementen wieder erscheint.

Die Bestimmung des Kalk- und Phosphorsäuregehaltes des Harns fand nur in der I. Periode summarisch statt, derart, dass von den täglichen Harnmengen äquivalente Teile eingedampft und verascht wurden. In allen übrigen Fällen geschah die Ermittelung des Kalkes und der Phosphorsäure im Harn täglich.

In der I. Periode wurden zur Analyse verwandt:

28./IX.	248.38	ccm	=	250.53 g
29./IX.	254.28	„	=	256.51 „
30./IX.	252.14	„	=	254.28 „
				761.32 g Harn,

welcher 0.0158 Teile Kalk in 1000 Teilen und 0.1403 % P_2O_5 enthielt.

An den übrigen Versuchstageu ergaben sich folgende Werte für den Kalk- und Pphosphorsäuregehalt des Harns:

	Kalk		Phosphorsäure	
	in 1000 g	Gesamtmenge	%	Gesamtmenge
1./X.	0.0233	0.2786	0.1394	16.666
2./X.	0.0099	0.1270	0.1474	18.914
3./X.	0.0173	0.2193	0.1416	17.472
4./X.	0.0129	0.1659	0.1331	17.146
5./X.	0.0149	0.1837	0.1421	17.567
6./X.	0.0139	0.1762	0.1397	17.737
7./X.	0.0104	0.1297	0.1394	17.385
8./X.	0.0317	0.4043	0.1396	17.791
9./X.	0.0173	0.2236	0.1316	16.972
10./X.	0.0208	0.2592	0.1494	18.615
11./X.	0.0163	0.2032	0.1432	17.797
12./X.	0.0302	0.3862	0.1337	17.079
13./X.	0.0352	0.4453	0.1463	18.525
14./X.	0.0223	0.2714	0.1500	18.273

Die Bestimmung des Aschen-, Kalk- und Phosphorsäuregehaltes der Fäces gestaltete sich wie beim vorigen Versuch:

	%	g
I. Periode	29.90	57.58
Übergang II. Periode	31.48	40.52
II. Periode	31.71	108.35
Übergang III. Periode	31.49	42.52
III. Periode	32.65	105.88

Die Fäces enthielten ferner:

	Kalk		Phosphorsäure	
	%	g	%	g
I. Periode	22.378	43.091	2.906	5.596
Übergang II. Periode	22.765	29.302	2.987	3.845
II. Periode	22.858	78.105	2.729	9.326
Übergang III. Periode	22.176	29.943	3.429	4.630
III. Periode	22.299	72.317	2.913	9.447

Die durch Harn und Fäces entleerten Kalk- und Phosphorsäurequantitäten gestalten sich für die einzelnen Perioden wie folgt:

	Kalk	Phosphorsäure
	g	g
I. Periode	43.687	58.534
Übergang II. Periode	29.708	39.425
II. Periode	79.102	96.633
Übergang III. Periode	30.571	39.393
III. Periode	73.882	99.736

Mit Zugrundelegung der eben gefundenen Zahlen berechnen sich die aufgenommenen und ausgeschiedenen, sowie assimilierten Kalk- und Phosphorsäurequantitäten periodenweise und täglich folgendermassen:

a) periodenweise:

	I. Periode		Übergang II. Periode		II. Periode	
	CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5
aufgenommen	78.755	102.116	54.956	67.726	150.038	169.900
ausgeschieden	43.687	58.534	29.708	39.425	79.102	96.633
assimiliert	35.068	43.582	25.248	28.301	70.936	73.267

	Übergang III. Periode		III. Periode	
	CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5
aufgenommen	52.814	68.480	132.060	171.234
ausgeschieden	30.571	39.393	73.882	99.736
assimiliert	22.243	29.087	58.178	71.498

b) für den Tag:

	I. Periode		Übergang II. Periode		II. Periode	
	CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5
aufgenommen	26.252	34.039	27.478	33.863	30.008	33.980
ausgeschieden	14.562	19 511	14.854	19.712	15.820	19.327
assimiliert	11.690	14.528	12.624	14.151	14.188	14.653

	Übergang III. Periode		III. Periode	
	CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5
aufgenommen	26.407	34.240	26.412	34.247
ausgeschieden	15.285	19.696	14.776	19.947
assimiliert	11.122	14.544	11.636	14.300

Fassen wir die gewonnenen Versuchszahlen ins Auge, so bewegen sich die für den Tag assimilierten Phosphorsäurequantitäten während der drei Perioden in engen Grenzen. In der ersten Periode beträgt die zum Ansatz gelangte Phosphorsäure 14.528 g, in der zweiten Periode 14.653 g und in der dritten 14.300 g. Die Menge des assimilierten Kalkes hingegen unterliegt in den einzelnen Perioden grösseren Schwankungen. Während in der ersten Periode, in welcher Milch allein gereicht wurde, 11.690 g CaO zum Ansatz gelangen, verbleiben in der zweiten Periode, in welcher eine tägliche Zugabe von 4.067 g CaO erfolgte, 14.188 g CaO im Körper und im dritten Versuchsabschnitt endlich, in welchem wiederum Milch allein gefüttert wurde, werden von dem Versuchskalb 11.636 g CaO assimiliert. Die für die erste und dritte Periode gewonnenen Zahlen stimmen überein, während in der Kalkperiode sich ein Plus von rund 2.5 g CaO herausstellt. Von den beigefütterten 4.07 g CaO sind demgemäss 2.5 g oder 61 % assimiliert unter der Voraussetzung, dass der kohlensaure Kalk ohne jeglichen Einfluss auf die Verdaulichkeit der Milchaschenbestandteile geblieben ist. Der jugendliche Organismus hat sich befähigt gezeigt, trotz eines den Kalkbedarf reichlich deckenden Futters diesen anorganischen Nährstoff durch Beigabe von kohlensaurem Kalk im Körper weiterhin zum Ansatz zu bringen. Wenn die beim Kalkphosphatversuch gefundenen Werte für die Assimilation des Kalkes zum Vergleich herangezogen werden, so konnten wir auch daselbst einen vermehrten Ansatz des Kalkes, wenn auch in geringem Masse, in der Phosphatperiode beobachten. Beim Stoffwechsel des jugendlicheu Organismus müssen also Verhältnisse vorliegen, welche besonders dem Ansatz dieses mineralischen Nährstoffes günstig sind. Durch den gebotenen Über-

schuss von Kalk mag eine stärkere Ablagerung desselben in das Knochengewebe vor sich gehen; es würde dann gerade für kürzere Zeiträume dieser Einfluss deutlicher hervortreten, da im Laufe einer langen Periode sich derselbe durch den gleichmässig stark gereichten Kalk des Futters ohnehin eliminieren würde. Die Anschauung, dass der Kalk nur vorübergehend im Organismus festgehalten wird, scheint keine Begründung finden zu können, da der Ansatz im Körper nach ganz bestimmten Vorgängen des Stoffwechsels geregelt und jede überschüssige Substanz so schnell wie möglich aus dem Organismus entfernt wird.

Zum Schluss dieser Darlegungen wollen wir noch die während der beiden Versuche gefundenen Zahlen für die assimilierten Kalk- und Phosphorsäuremengen gegenüberstellen, um darzuthun, ob und in welcher Weise dieselben durch das vorschreitende Lebensalter des Versuchskalbes beeinflusst worden sind. Es erscheint angebracht, diejenigen Abschnitte der beiden Versuche zum Vergleich heranzuziehen, in welchen Milch allein verabreicht wurde, um den Einfluss aufzuheben, welcher durch die beigefütterten Mineralstoffe hervorgerufen wird:

	I. Versuch.		II. Versuch.	
	g CaO	g P_2O_5	g CaO	g P_2O_5
täglich aufgenommen .	24.63	30.46	26.412	34.247
täglich ausgeschieden .	12.86	14.91	14.776	19.947
täglich assimiliert . .	11.77	15.55	11.636	14.300

Die täglich assimilierte Kalkmenge bleibt sich in beiden Versuchen ziemlich gleich, die Phosphorsäure hingegen erleidet in der späteren Periode bereits eine Depression im Ansatz. Vielleicht spricht auch dieser Umstand zu Gunsten des vermehrten Kalkansatzes bei der Darreichung dieses Mineralstoffes.

Anmerkung. Die analytischen Belege dieser Abhandlung werden im zweiten Teil der „Tierphysiologischen Untersuchungen“ abgedruckt.

Landwirtschaftliche Jahrbücher.

Zeitschrift für wissenschaftliche Landwirtschaft und Archiv des Kgl. Pr. Landes-Ökonomie-Kollegiums. Herausgeg. von Geh. Ober-Reg.-Rat Dr. **Hugo Thiel**-Berlin. XXII. Jahrg. 1893. Preis des Jahrgangs von 6 Heften mit in Summa 60—70 Bogen Text, lith. Tafeln etc. 28 M.

Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen.

Organ für naturwissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete der Landwirtschaft. Unter Mitwirkung sämtlicher Deutsch. Versuchs-Stationen herausgeg. von Geh. Hofrat Prof. Dr. **Friedrich Nobbe**-Tharand. Preis des Jahrgangs von 6 Heften mit in Sa. 30 Bogen 12 M.

Deutsche landwirtschaftliche Presse.

Jeden Mittwoch und Sonnabend erscheint eine Nummer. Monatlich ein farbiges Tierporträt als Gratisbeilage. XX. Jahrg. 1893. Preis vierteljährlich 5 M.

Jahresbericht über die Fortschritte der Agrikulturchemie.

Unter Mitwirkung zahlreicher Agrikulturchemiker herausgegeben von Dr. **A. Hilger,** Hofrat und Professor in Erlangen, und Dr. **Th. Dietrich,** Prof. in Marburg. Neue Folge XIV. (Das Jahr 1891.) Preis 26 M.

Zeitschrift für Landeskultur-Gesetzgebung.

Herausgegeb. von dem Kgl. Preuss. Ober-Landeskulturgericht. XXXI. Band. 3 Hefte. Preis 6 M.

Zeitschrift für Spiritusindustrie.

Organ des Vereins und der Versuchs-Station der Spiritusfabrikanten in Deutschland. Unter Mitwirkung von Geheimrat Prof. Dr. **M. Maercker,** Vorsteher der Versuchs-Station des landw. Zentralvereins in Halle, herausgeg. von Professor Dr. **M. Delbrück,** Vorsteher der Versuchs-Station d. Vereins der Spiritusfabrikanten. XVI. Jahrg. 1893. Wöchentlich eine Nummer. Preis des Jahrgangs 20 M.

Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur.

Redakteur: Prof. Dr. **H. Grahl**-Berlin. XI. Jahrg. 1893. Preis des Jahrgangs von 24 Nrn. 8 M.

Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft.

Herausgegeben vom Direktorium.

Erster Band (das Jahr 1886) Preis 6 M. Zweiter Band (das Jahr 1887) Preis 6 M.
Dritter Band (das Jahr 1888) Preis 6 M. Vierter Band (das Jahr 1889) Preis 6 M.
Fünfter Band (das Jahr 1890) Preis 6 M. Sechster Band (das Jahr 1891) I. Teil. Preis 3 M.
II. Teil. Preis 6 M. Siebenter Band (das Jahr 1892) 6 M.

Wochenschrift für Brauerei.

Eigentum des Vereins: Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin. Herausgegeben von Prof. Dr. **M. Delbrück** und Dr. **M. Hayduck.** X. Jahrg. 1893. Wöchentlich eine Nummer. Preis des Jahrgangs 20 M.

Gartenflora.

Zeitschrift für Garten- und Blumenkunde. Begründet von Dr. **Eduard Regel,** herausgegeben von **L. Wittmack,** Geh. Reg.-Rat und Professor in Berlin. XLII. Jahrgang. 1893. Preis des Jahrgangs von 24 Heften mit 12 Farbendrucktafeln und Textabbildungen 20 M.

Die Weinlaube.

Zeitschrift für Weinbau und Kellerwirtschaft. Herausgegeben von **A. Frhr. von Babo,** Direktor der Weinbau-Lehranstalt in Klosterneuburg, und **E. Mach,** Direktor der Lehranstalt in San Michele. XXV. Jahrgang. 1893. Wöchentlich 1 Nummer. Preis des Jahrgangs 12 M.

Forstwissenschaftliches Centralblatt.

Unter Mitwirkung zahlreicher Fachleute aus Wissenschaft und Praxis herausgegeben von Dr. **Franz Baur,** Prof. der Forstwissenschaft an der Universität München. XV. Jahrgang. 1893. 12 Hefte mit in Summa 40 Bogen bilden einen Jahrgang. Preis des Jahrgangs 14 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Druck von Fr. Stollberg in Merseburg.